

L'ESTUDI DEL COMPORTAMENT HIDROGEOLÒGIC DE L'AQUÍFER DEL BESÒS EN LES RODALIES DEL CAMPUS CIUTADELLA DE LA UNIVERSITAT POMPEU FABRA MITJANÇANT UN MODEL NUMÈRIC DE FLUX.

Setembre de 2011

Autora *Julia Riera Bayo*

Director *Enric Vázquez-Suñé*

L'ESTUDI DEL COMPORTAMENT HIDROGEOLÒGIC DE L'AQUÍFER DEL BESÒS EN
LES RODALIES DEL CAMPUS CIUTADELLA DE LA UNIVERSITAT POMPEU FABRA
MITJANÇANT UN MODEL NUMÈRIC DE FLUX



Capítol 1:

Introducció

Índex:

1. Introducció	9
2. Objectius i metodologia	9
3. Antecedents	11

Capítol 2:

Geologia i model conceptual hidrogeològic

Índex:

4. Introducció a la geologia de la ciutat de Barcelona i rodalies	12
4.1. Context geològic regional	13
4.2. Geomorfologia	13
4.3. Estratigrafia i materials	14
4.3.1. Sèrie Paleozoica	14
4.3.2. Sèrie Mesozoica	15
4.3.3. Sèrie Terciària	15
4.3.4. Sèrie Quaternària	16
5. Caracterització de la zona d'estudi	16
5.1. Context geològic: el delta del Besòs	16
5.2. Definició d'unitats aquíferes	17
5.3. Situació de la zona d'estudi	18
5.4. Presentació dels pous de la Universitat Pompeu Fabra (UPF)	20
6. Model conceptual hidrogeològic	21
6.1. Dades procedents de perforacions i mapes	21
6.2. Model geològic	22
6.3. Paràmetres hidràulics previs	29
6.4. Piezometria	30
6.4.1. Dades històriques	30
6.4.2. Dades UPF	31
6.5. Conductivitats	32
6.5.1. Dades històriques	32
6.5.2. Dades UPF	33
6.5.3. Dades de les campanyes de camp	33
6.6. Extraccions	35

6.6.1. Dades històriques	36
6.6.2. Dades UPF	36

Capítol 3:

Estructura del model hidrogeològic

Índex:

7. Introducció	44
8. Metodologia	44
8.1. El procés de Modelació	44
8.2. VISUAL TRANSIN: El problema invers i la calibració automàtica ...	45
8.3. Parametrització	46
8.4. Dades per a la calibració. Tractament dels nivells.....	47
9. Límits del model i condicions de contorn	47
9.1. Domini espacial i temporal del model	47
9.1.1. Nivell fix	50
9.1.2. Goteig	50
9.1.3. Cabal fix	51
10. Paràmetres zonals	54
10.1.1. Tractament del coeficient d'emmagatzematge	54
10.1.2. Tractament de la transmisivitat/ permeabilitat	55
11. Discretització temporal	57
12. Discretització espacial	58

Capítol 4:

Modelació dels aqüífers

Índex:

13. Assaig de bombament	60
13.1. Mesures de cabal i descensos piezomètrics	60
13.2. Cabals extrets	60
13.3. Descensos mesurats als pous	63
14. Resultats de la calibració	68

Capítol 5:

Conclusions	75
Bibliografia	76
Annexes	77

Capítol 1

Introducció

1. Introducció

A l'àmbit de l'Àrea Metropolitana de Barcelona s'ha pogut observar durant els últims anys una pujada progressiva dels nivells freàtics. Aquest augment ha estat provocat pels canvis al cicle hidrològic, produïts per les variacions en el grau d'urbanització i en els usos del sòl i de les aigües. Tot això provoca problemes de filtracions en diverses estructures subterrànies, públiques i privades, amb un notable cost econòmic. Per pal·liar aquest problema la Universitat Pompeu Fabra (UPF) va implementar un sistema d'intercanvi de calor mitjançant l'explotació de les aigües subterrànies. Aquest sistema permet aprofitar les aigües del subsòl de la ciutat amb un doble objectiu: (1) aconseguir una alternativa de subministre energètic pels sistemes de refrigeració / calefacció de la pròpia Universitat i (2) mitigar els problemes locals causats per la recuperació de nivells freàtics durant els últims anys.

L'Agència Catalana de l'Aigua ha requerit a la UPF a avaluar els impactes potencials que aquesta explotació pot provocar sobre els aquífers de la zona i a definir, si s'escau, les possibles mesures correctores.

2. Objectius i metodologia

L'objectiu del present treball serà la de caracteritzar els aquífers a l'entorn del Campus de la Ciutadella (vora el parc de la Ciutadella) de la Universitat Pompeu Fabra. Es farà la reconstrucció dels bombaments i s'integraran totes les dades disponibles amb el model conceptual.

La metodologia seguida consta dels següents punts:

- i. **Recopilació de dades històriques disponibles.** S'ha estudiat la zona en detall i els seus voltants i s'ha fet una recollida de dades tant de nivells històrics i valors de concentració salina antics, així com descripcions de sondeigs geològics realitzats anteriorment. També s'ha demanat a la Universitat Pompeu Fabra que facilités les dades en relació a les seves instal·lacions.

- ii. **Caracterització del medi.** En aquesta fase s'ha volgut modelar la geologia de la zona. S'han utilitzat les eines desenvolupades dins del projecte HEROS, els registres dels sondeigs disponibles a la base de dades geològica creat per la UPC-CSIC i els cedits per la mateixa universitat, pertanyents als seus estudis geotècnics. Tot sumat a donat la possibilitat obtenir talls geològics que han estat interpretats.
- iii. **Parametrització del medi.** S'ha fet un monitoreig continu en diferents punts i s'ha planificat un assaig de bombament, alhora que s'han utilitzat eines de medicació més puntuals
- iv. **Comprensió del comportament del medi.** Recopilació i validació de les nombroses dades existents de nivell, conductivitat elèctrica i cabals. Podent així entendre les reaccions del medi a estímuls naturals o antròpics.
- v. **Creació de un model geològic.** Totes les dades geològiques s'han processat per a obtenir una representació del terreny. Aquest punt s'ha considerat clau per a després obtenir una bona aproximació numèrica dels fluxos.
- vi. **Implementació en un model numèric.** Un cop definit un model conceptual del medi, s'ha introduït tot el coneixement adquirit en termes d'un model, que inclou els processos que regeixen el medi per tal que doni resultats fiables
- vii. **Completar el model amb altre dades.** En el cas de no disposar de algunes de les dades requerides pel model, s'estimaran a partir d'altre dades que es disposin, sempre i quan, compleixin el esmentat al punt anterior.
- viii. **Anàlisi de sensibilitat qualitativa.** Previ a la calibració, s'ha volgut veure aquells paràmetres que influeixin més en els resultats. S'accepta que no és recomanable modificar manualment paràmetres, ni negligir dades.
- ix. **Calibració.** Considerant el punt anterior, es realitzar les calibracions parcials i si s'escau, es complementa el model conceptual previ a la modelització fins a obtenir un model coherent de flux i transport de solut. Per tal que reproduïxi les observacions realitzades, que s'ajusti als valors esperats dels paràmetres, que sigui numèricament estable i que els balanços de massa d'aigua i solut siguin consistents amb el model conceptual. Finalment es contrasta les millores de la calibració automàtica amb les observacions de l'anàlisi de sensibilitat.
- x. **Anàlisi de resultats objectiu.** Es valora si els resultats objectiu aconseguits son coherents o no amb el coneixement del medi adquirit.
- xi. **Conclusió del treball.**

3. Antecedents

Barcelona ha patit molts canvis en la seva història i això ha de quedar reflexat en la variació dels seus nivells freàtics, és el cas per exemple de principis del segle XX on va haver-hi un augment molt important de la indústria a la zona de Poble Nou que requerien d'aigua subterrània. És a principis del segle XIX quan apareixen els primers estudis sobre la piezometria a la ciutat de Barcelona que ens permeten veure l'evolució, d'una forma aproximada, dels nivells piezomètrics.

El primer estudi va ser presentat l'any 1838 a la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes per José Antonio Llobet i Vallosera, titulat "Descripción Jeonóstica del Terreno que Ocupa la Ciudad de Barcelona". D'aquesta memòria una de les conclusions que se'n extreu, es repeteix però que assumint un grau d'incertesa, és que llavors, a la Ciutat Vella, la profunditat del nivell freàtic en relació al terreny oscil·lava entre 5 i 14 metres, mentre que els nivells piezomètrics estaven entre 0 i 6 m sobre el nivell del mar.

A l'any 1896 es publica un altre treball de Gonzalo Moragas a Los Anales de la Revista de Obras Publicas amb el títol de "Estudio General sobre el Règimen de las Aguas Contenidas en Terrenos Permeables en el delta del Acuífero del Besós". D'aquest estudi es dedueix que a finals del segle passat el riu Besós era influent i que per tan, aportava aigua al aquífer.

Anys més tard, al 1909, César Rubio i Alfredo Kindelán, publiquen una estudi al Instituto Geológico y Minero de España que porta per títol "Apuntes para el Estudio de la Hidrología Subterránea del Llano de Barcelona". Aquest es va centrar en al marge dret del riu Besós i a l'Eixample de Barcelona i ja es parla de la possible existència d'aquífers penjats a la zona al·luvial. Per a contextualitzar, en aquesta època tota una zona de Poble Nou tenia cota piezomètrica negativa, per que les extraccions eren força importants i que podrien haver generat ja llavors fenòmens d'intrusió marina.

Al 1970 Valdés i Bayó indiquen que a l'alçada de Sant Adrià l'aquífer superficial es troba pràcticament sec, mentre que a l'aquífer profund es mesuren nivells piezomètrics per sota del nivell del mar. Solórzano (1981) va observar una recuperació mitjana de fins a tres metres en l'aquífer profund entre 1976 i 1981.

Estudis més recents ens informen del estat actual dels nivells freàtics. És el cas per exemple del realitzat per la Universitat Politècnica de Catalunya, per encàrrec de l'Ajuntament de Barcelona i amb la col·laboració de CLABSA, fet al 1996 (UPC-CSIC, 2009).

Capítol 2

Geologia i model conceptual hidrogeològic

4. Introducció a la geologia de la ciutat de Barcelona i rodalies

L'estudi i el coneixement en detall de les formacions geològiques del sòl de Barcelona no ha estat mai una tasca fàcil. Aquest fet és per dos motius.

Per una banda es tracta de una zona amb ambients geològics molt diversos en poc espai. Es parla dels dos deltes fluvials que limiten la ciutat de Barcelona per banda i banda, a la part alta trobem el massís metamòrfic de la serralada de Collserola i a la part central de la ciutat ens trobem amb el que s'anomena el Pla de Barcelona, on el relleu es poc canviant i que va des de la Serralada de Collserola fins al mar, disminuint progressivament la seva pendent. A més, hi ha (o almenys hi havia de forma natural) tot un sistema de rieres i torrenteres que han solcat tot l'abast dels materials més recents. Aquestes no només han modificat el terreny sinó que també han marcat el desenvolupament urbanístic.

Per altra banda la progressiva urbanització del nucli urbà, accelerada però durant els anys 60 i 70, han fet desaparèixer els afloraments. Els treballs anteriors que s'han dedicat al estudi geològic d'aquesta zona s'han basat pràcticament en els escassos mapes geològics antics (de abans dels anys 30 i 40) i de sondeigs antics realitzats durant principis de segle (exemple són els fets per Ricardo Carsí).

En quan a la hidrogeologia, sota la ciutat existeixen diversos aquífers, constituïts per formacions geològiques de diferents composició litològica i edat. L'aquífer paleozoic està compost per esquists i granits i puntualment per calcàries devonianes. Els aquífers quaternaris corresponen als sediments al·luvials i deltaics del riu Besòs (al est de la ciutat) i Llobregat (al oest de la ciutat). A les zones intermèdies (al Pla de Barcelona) existeix un recobriment de sediments associats a cons de derrubis i dejecció provinents de la Serralada de Collserola.

A la ciutat de Barcelona els impactes derivats de la urbanització i els canvis d'usos del sòl han afectat al cicle hidrològic de sobremanera.

4.1. Context geològic regional

Des del punt de vista geològic regional, Barcelona es troba als Catalànides. Des de la costa fins a l'interior, els Catalànides es divideixen en quatre estructures morfodinàmiques: la depressió Litoral, la serralada Litoral, la depressió Litoral i la serralada Prelitoral. Llavors, la ciutat es troba exactament entre la serralada Litoral i la depressió Litoral, en l'actual marge continental català d'origen extensiu. Aquest marge mostra una configuració estructural en horst i semifoses que continua fins al mar Mediterrani.

4.2. Geomorfologia

Com es comentava anteriorment, la ciutat i els seus voltants formen diversos contextos geològics que s'encaixen entre ells. Es tracta bàsicament el Pla de Barcelona, els deltes dels rius Llobregat i Besòs, la serralada de Collserola i altres formacions que es veuran a continuació.

El Pla de Barcelona és una plataforma que s'inclina suament fins a mar i que s'enllaça progressivament fins als nord-oest amb la vessant marítima de la Serralada de Collserola. Té una superfície aproximada de 65 km². La màxima pendent es troba als peus de Collserola (10-20°) i la mínima a tocar amb el mar (2-4°). Morfològicament correspon a una pla de piemont formada pels materials procedents del desmantellament de la serralada Litoral (Tibidabo i relleus adjacents).

La continuïtat de la plataforma només es veu alterada per la presència dels relleus dels Serrats de la Rovira, que engloben una sèrie de turons situats entre Horta i Sarrià i per altra banda, pel bloc de Montjuïc que s'alça 189 metres davant just del front marítim. En l'extrem oriental, la plataforma es troba troncada per la plana deltaica del riu Besòs i a l'extrem occidental per la del riu Llobregat.

Els deltes dels rius Llobregat i Besòs, així com les planes litorals associades, són sectors de morfologia molt suau. Aquests presenten pendents inferiors al 1% i a unes cotes topogràfiques de entre 0 i 15 metres sobre el nivell del mar. El delta del Besòs té una superfície aproximada de 15 km², mentre que el del Llobregat es força més gran, del ordre de 92km².

Separant el Pla de Barcelona amb les zones deltaiques i litorals, existeix un talús força inclinat. L'escarpament es conserva encara a L'Hospitalet, Cornellà i la Sagrera, però ha estat totalment suavitzat per la urbanització del sector del Eixample.

Els deltes dels rius Besòs i Llobregat litològicament, estan formats per diversos trams de graves, sorres, llims i argiles de edat Holocena i són correlacionables amb les terrasses baixes i

mitjanes del rius anomenats. El Pla de Barcelona està format per dipòsits sedimentaris terrígenes de edat pleistocena que correlacionen amb les terrasses altes dels mateixos rius.

El Pla de Barcelona, al inici del Holocè, la xarxa fluvial es va encaixar fortament a les terrasses altes del Llobregat, formant un escarpament força inclinat. Els sediments fluvials de la base dels deltes queden a uns 30 metres per sota d'aquest escarpament. Al peu d'aquest es detecten acumulacions de col·luvials de graves i llims. Aquestes passen lateralment als dipòsits fluvials del Llobregat i Besòs. La incisió pleistocena també va formar diverses valls encaixades sobre el piemont pleistocè. Aquests van actuar com a rieres provinents de Collserola i que desguassaven al Llobregat, al Besòs o als aiguamolls litorals.

Algunes d'aquestes rieres, les més grans i possiblement les més antigues, estan profundament encaixades tallant tot el piemont pleistocè i inclús arribant al substrat pliocè, com per exemple el cas de la riera d'Horta. En aquests casos es forma un ventall de sortida del torrent al peu del escarpament del Pla de Barcelona, producte de la pèrdua de encaixonament del flux. Els ventalls estan formats per graves de pissarra i llims que passen lateralment, aigües avall, a les graves polimíctiques, sorres, i llims procedents del Besòs i Llobregat.

4.3. Estratigrafia i materials

A la ciutat de Barcelona es troben representats un bon número de materials i edats geològiques compreses entre el Paleozoic i el Quaternari.

4.3.1. Sèrie Paleozoica

Els materials paleozoics estan representats per quasi tots els períodes d'aquesta era. La columna estratigràfica resumida es la següent, de més antic a més modern:

- Cambroordovícic: alternança de pissarres i gresos, localment amb intercalacions de calcàries.
- Silúric: pissarres negres ampelítiques, localment amb intercalacions de quarsita.
- Devónic: calcàries massives noduloses a la base, seguides per calcàries i dolomies ben estratificades, amb nivells de pissarra cap al sostre.
- Carbonífer: lidites a la base, seguides per gresos verds, amb conglomerats amb còdols de quars i pissarra.

Tots aquest materials estan afectats per un metamorfisme regional de baix grau amb desenvolupament de plans de exfoliació que sovint emmascaren la estratificació. Els sediments paleozoics estan intruïts per un batòlit granític (granodiorita) que va provocar un

metamorfisme de contacte generant una intensa recristal·lització de les roques i la aparició de pissarres motejades.

Aquest granitoide aflora al peu de Collserola i constitueix el subsòl de gran part d'Horta i de Sarrià. En una fase més tardana de la intrusió es van emplaçar pòrfirs granodiorítics i aplites que travessen també les sèries sedimentaries paleozoiques.

4.3.2. Sèrie Mesozoica

Excepte un petit aflorament de conglomerats vermells del Buntsandstein, situat a Vallcarca, la resta de sediments triàsics es localitzen als relleus muntanyenc del nord-est de Badalona, al oest del Turó de Montgat.

4.3.3. Sèrie Terciària

La sèrie terciària queda representada pels sediments del Miocè i del Pliocè.

Els sediments del Miocè estan localitzats a Santa Coloma i a Badalona i també al alt de Montjuïc:

- Burdigaliens: a Santa Coloma i Badalona. Conglomerats i gresos vermells, amb matriu lutítica. S'associa normalment a dipòsits al·luvials.
- Serravaliens: alternança de gresos silícics i nivells de lutita sorrenca i margues grises amb alguns nivells de conglomerats. Els bancs de gresos poden arribar a tenir una desena de metres de potència i han estat explotats. Corresponen a dipòsits deltaics. Afloren a Montjuïc on la disposició dels estrats es subhoritzontals i la seva continuïtat queda interrompuda per la Falla del Morrot.

El contacte entre el Miocè i el Pliocè correspon a una superfície d'erosió formada a conseqüència de la regressió mesiniana. Els sediments pliocens constitueixen el substrat de gran part de la ciutat.

Des de la base fins als sostre, la sèrie estratigràfica és:

Per la part inferior; nivells de conglomerats fluvials, poc presents a Barcelona, sobre els quals es va iniciar la transgressió marina, amb sedimentació d'argiles i margues gris blavoses. Aquests sediments són propis de la badia que penetrava al Pla de Barcelona i també per la vall del riu Llobregat.

Sobre de les argiles blaves; sediments de influència més terrígena: margues sorrenques de color verdós i sorres groguenques de tipus platja, corresponents als episodis de reompliment de la badia.

Els nivells pliocens afloren en nombrosos punts, especialment a l'Hospitalet i a Esplugues. Al centre de la ciutat es troben a la Plaça Espanya, al Mont Tàber i subafloren a les rodalies de la

Sagrada Família. Formen el substrat prequaternari a partir de una línia aproximada que seguiria la Diagonal, la Travessera de Gràcia i la Meridiana.

4.3.4. Sèrie Quaternaria

El quaternari és la última dels períodes de la era del Cenozoic i la més recent de totes. En aquest ens trobem amb dos èpoques; la més antiga el Pleistocè i el Holocè.

La litologia trobada varia força en funció de la zona on ens trobem, ja que els processos donats són força diferents. Així doncs s'estima més fer una bona contextualització de la zona d'estudi. Que s'explicarà a l'apartat 5.1.

5. Caracterització de la zona d'estudi

En aquest apartat es vol anar introduint poc a poc la zona d'estudi, des de la escala més regional (el context geològic del delta) fins a la descripció dels pous que conformen el sistema de la universitat.

5.1. Context geològic: el delta del Besòs

La zona d'estudi es troba a l'ambient deltaic del riu Besòs. Es tracta d'un delta asimètric que és relativament petit, amb una extensió de 17.4km². El delta es troba limitat per la serralada costanera catalana pel nord, pel pla de Barcelona per l'est.

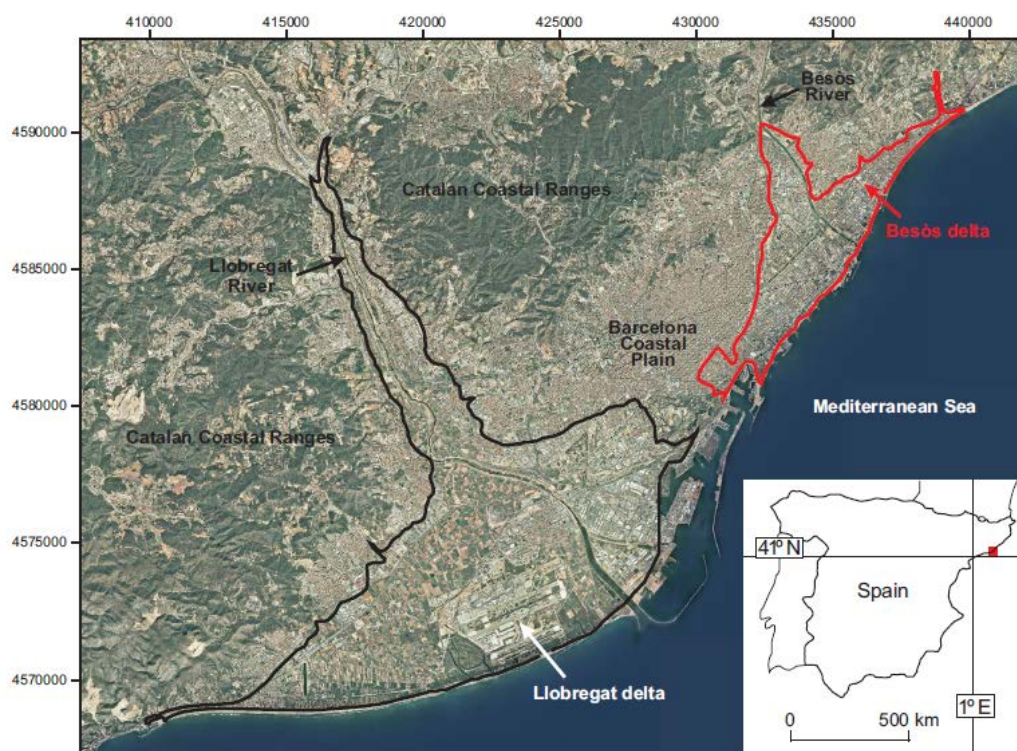


Figura 1: Mapa de situació del delta del Besòs (Velasco et al., in press).

Es tracta de un sistema actiu des de el Pleistocè fins a l'actualitat. S'ha construït a sobre el Mar Mediterrani a partir dels sediments transportats del riu Besòs i els seus tributaris. La distància recorreguda per aquests sediments s'ha estimat sobre uns 530km i l'àrea de drenatge de uns 1038km². El riu Besòs és un riu trenat que dibuixa una forta sinuositat durant el curs inferior. La part alta del delta presenta una pendent aproximada de 0.2°. Aquest delta s'ha classificat com un sistema de fan-delta, dominat per l'onatge i la deriva litoral.

La zona estudiada es situa a la part més occidental del delta, prop de la formació del Pla de Barcelona, tal i com es podrà veure al apartat 5.3.

5.2. Definició d'unitats aquíferes

En estudis anteriors s'ha modelat la geologia del delta del Besòs (Velasco et al., in press) s'han diferenciat diverses fàcies, que són les que s'han utilitzat en aquest treball per a modelar la geologia de la zona d'estudi.

Segons aquesta informació prèvia, es van identificar al sistema tres aquífers i dos aquítards. La estratigrafia interpretada consta de les següents unitats:

- La Unitat A, es diposita sobre el substrat. Formada per graves majoritàriament i ocasionalment amb matriu sorrenca a llimosa. De manera que forma l'aquífer més profund. Aquesta capa no és continua, ja que són dipòsits de canals.
- La Unitat B constitueix una plana deltaica amb alguns canals. La litologia són argiles vermelles o groguenques (que marca la procedència terrígena) amb algunes graves i sorra grollera. Aquesta unitat forma una capa poc permeable.
- La Unitat C constitueix el front deltaic. Es separen dos semiunitats, la C1 es tracta dels canals de reompliment que estan formats per graves i sorres mitges a grolleres amb ocasionalment matriu. La C2 ja és pròpiament el front deltaic que consta de graves i sorres mitges a grolleres. La unitat sencera forma l'aquífer principal, d'origen costaner.
- La Unitat D és el prodelta, que són bàsicament argiles i llims d'origen marí. Aquesta unitat és l'aquífer principal.
- La unitat E és el següent front deltaic, constituït per sorres fines a grolleres amb algunes graves. Juntament amb la Unitat G, que són dipòsits de canals de reompliment formats per graves i sorres heteromètriques. Formen l'aquífer superior.
- La Unitat F és la darrera plana deltaica, formada per argiles i graves amb matriu sorrenca, forma una capa amb una baixa permeabilitat.

A la Figura 2 es pot veure un esquema representatiu de la estructura del delta amb les capes interpretades.

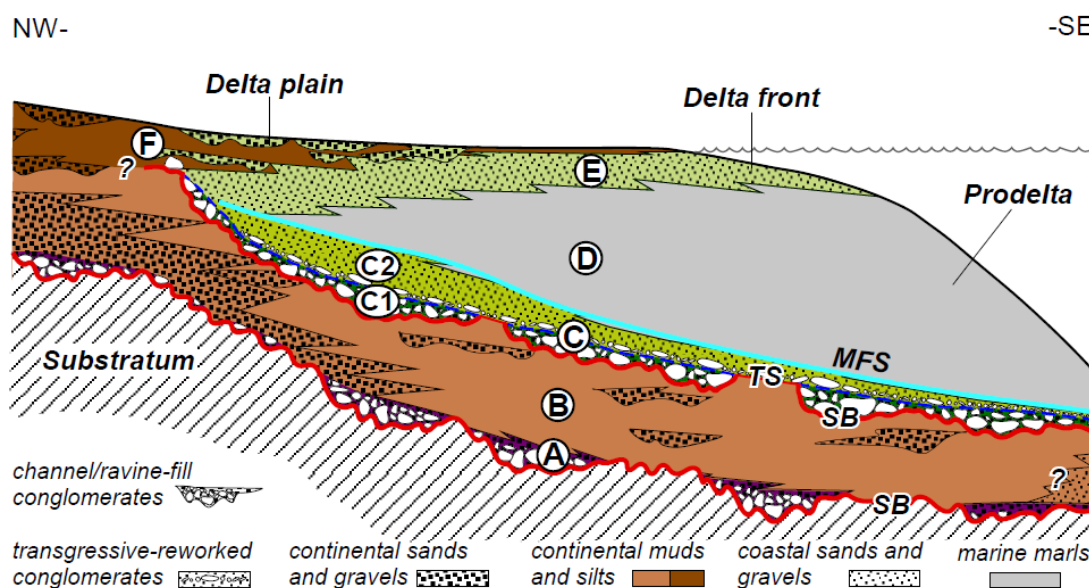


Figura 2: Esquema geològic del delta del Besòs. Realitzat per Velasco et al. (in press).

5.3. Situació de la zona d'estudi

La zona d'estudi es situa prop del límit occidental del delta del Besòs, tal i com es mostra a la Figura 3. Topogràficament es troba a la part més oriental del centre de la ciutat de Barcelona, concretament vora el parc de la Ciutadella. Es tracta dels dos edificis pertanyents a la Universitat Pompeu Fabra, al barri de Pobleu Nou.

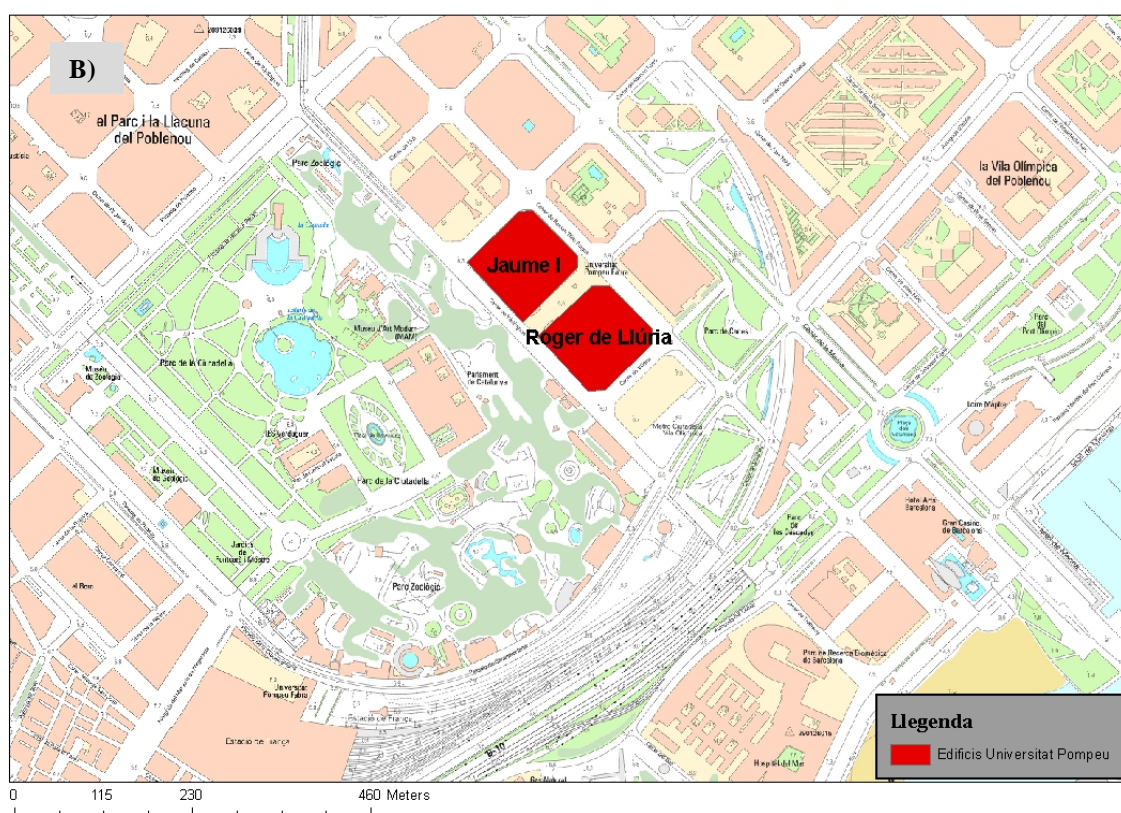
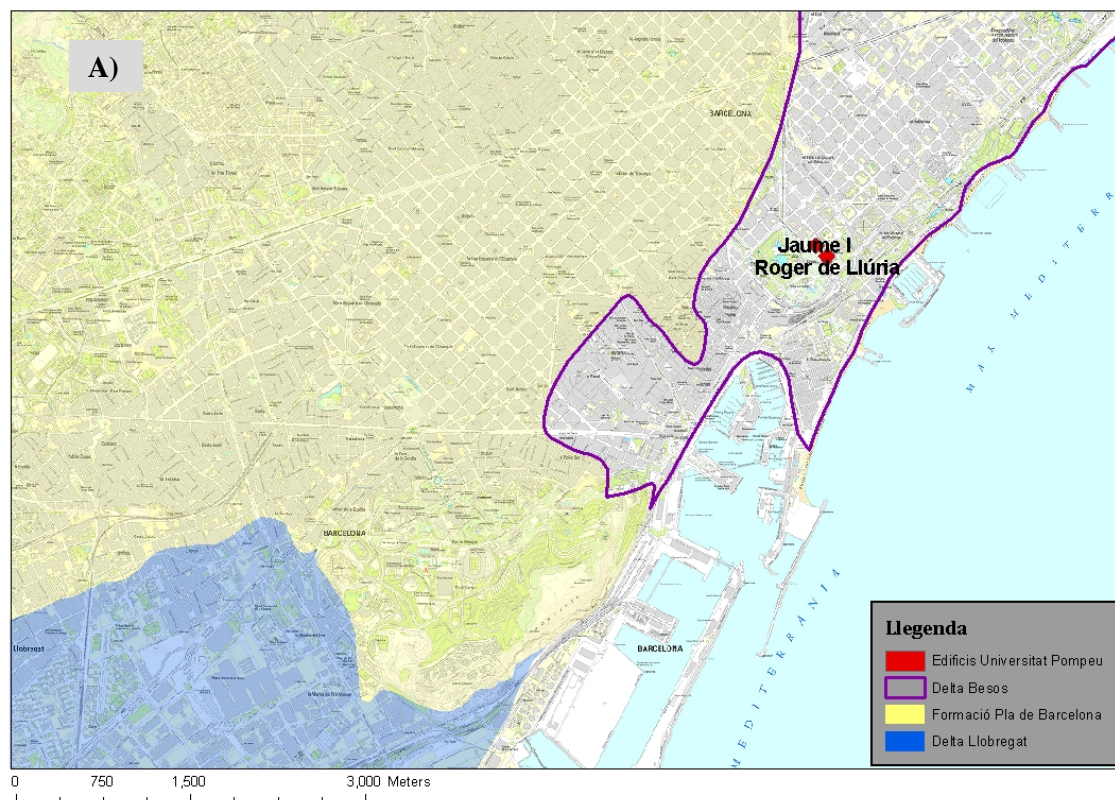


Figura 3: Situació del edificis d'estudi. A) Mapa en que es pot veure la situació dels edificis en comparació amb la posició de les altres formacions geològiques. B) Mapa en detall del àrea d'estudi.

5.4. Presentació dels pous de la Universitat Pompeu Fabra (UPF)

El sistema consta de 13 pous. A la es pot veure la situació d'aquests respecte els edificis de la universitat. 11 són pous curts que arriben només al aquífer superior i els dos restants són pous profunds que arriben al aquífer inferior. A la Taula 1 es donen les característiques de profunditat i ranurat de cada un d'ells. Els pous del edifici Jaume I 6 i 7 van ser construïts en l'any 2010, per a la realització d'aquest treball aquests no tenien les bombes instal·lades i per tant han servit com a piezòmetres.

Els pous profunds són de fet els més importants per al manteniment dels edificis, ja que són els que aporten més cabal, i per tant mantenen el seu cicle d'encesa i apagada cada dia. La resta són complementaris a aquests i es posen en funcionament de tant en quan, amb una freqüència relativament baixa. De fet hi han alguns en que la instal·lació s'ha espallat i no funcionen mai (Taula 1).

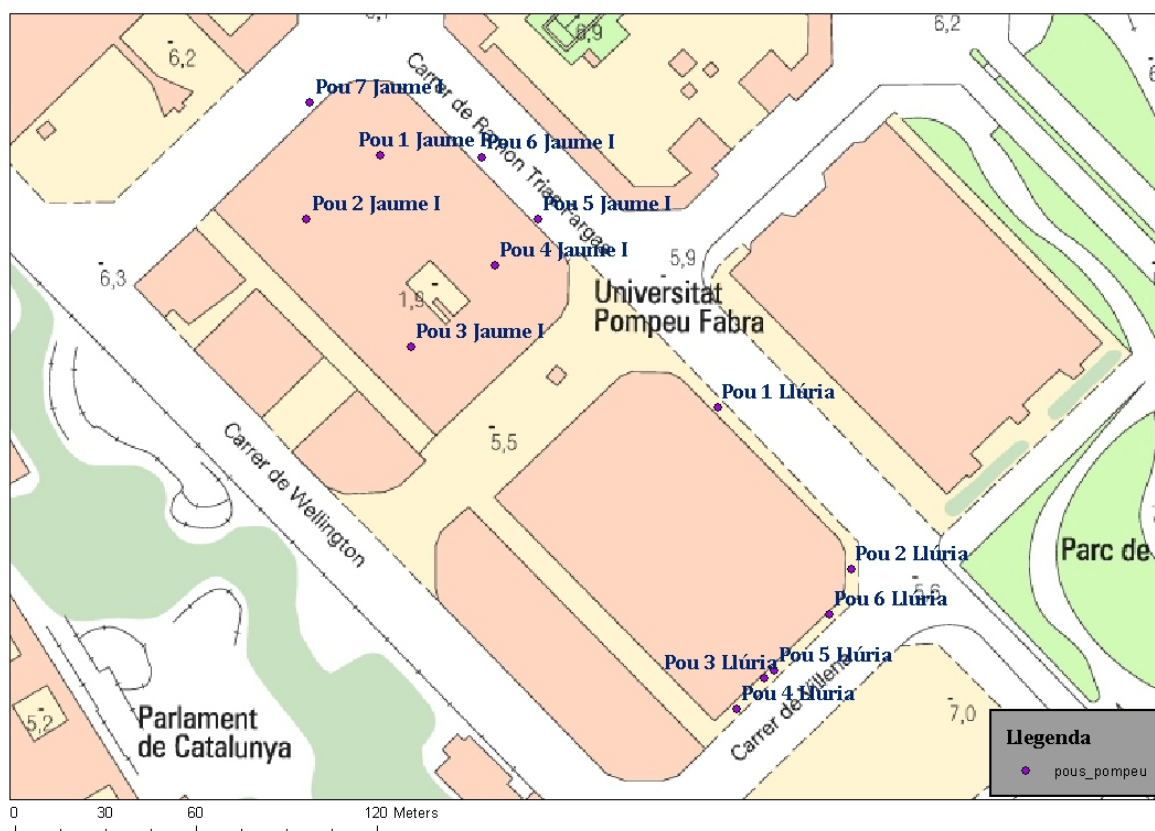


Figura 4: Situació dels pous de bombeig propis de la instal·lació de la Universitat Pompeu Fabra.

Nom del pou	Cota respecte el nivell del mar (metres)	Profunditat de perforació del sondeig (metres)*	Profunditat del ranurat (metres)*	Actualment funciona la bomba? **
Pou 1 Jaume I	3	12	5.55 a 9.4	No
Pou 2 Jaume I	3	9.5	5.25 a 8.75	Si
Pou 3 Jaume I	3	9.75	4.25 a 8.25	Si
Pou 4 Jaume I	3	9.4	4.9 a 8.5	No
Pou 5 Jaume I	5.5	34	12 a 31	Si
Pou 6 Jaume I	5.5	15	-	Si
Pou 7 Jaume I	5.9	15	-	Si
Pou 1 Llúria	5.4	13	5 a 11	No
Pou 2 Llúria	5.3	14	5 a 11	Si
Pou 3 Llúria	5.3	37	22 a 36	Si
Pou 4 Llúria	5.3	13	5 a 11	No
Pou 5 Llúria	5.3	13	5 a 11	Si
Pou 6 Llúria	5.3	13	6 a 12	Si

*Valors anbsoluts, no referenciats respecte la cota del nivell del mar.

** Segons fonts de la UPF i Saboredo

Taula 1: Descripció de les característiques de cada pou dels sistema de bombes de la universitat

6. Model conceptual hidrogeològic de la zona d'estudi

Per a desenvolupar un bon model hidrogeològic s'ha de fer primer un model acurat de la geologia i després una caracterització dels paràmetres hidràulics. El procediment ha sigut doncs el de la recerca primer de informació, mesura in situ de algunes dades, realització dels model geològic i finalment la determinació dels paràmetres hidràulics per a cada zona.

6.1. Dades procedents de perforacions i mapes

Ha estat necessari recórrer a la base de dades de sondeigs que disposa el Grup d'Hidrologia Subterrània (UPC-CSIC). Les dades són bàsicament les descripcions geològiques de diversos sondeigs propers a la zona d'estudi. S'ha afegit en aquesta base de dades els geotècnics cedits per la mateixa UPF, que consten de les perforacions realitzades en els seus terrenys, es a dir, els pous que formen part dels sistema de climatització dels edificis de la universitat, les perforacions del actual parking de la mateixa i del terreny del costat contrari.

Així doncs el total de la informació disponible procedent de les perforacions són les que apareixen a la Figura 5.

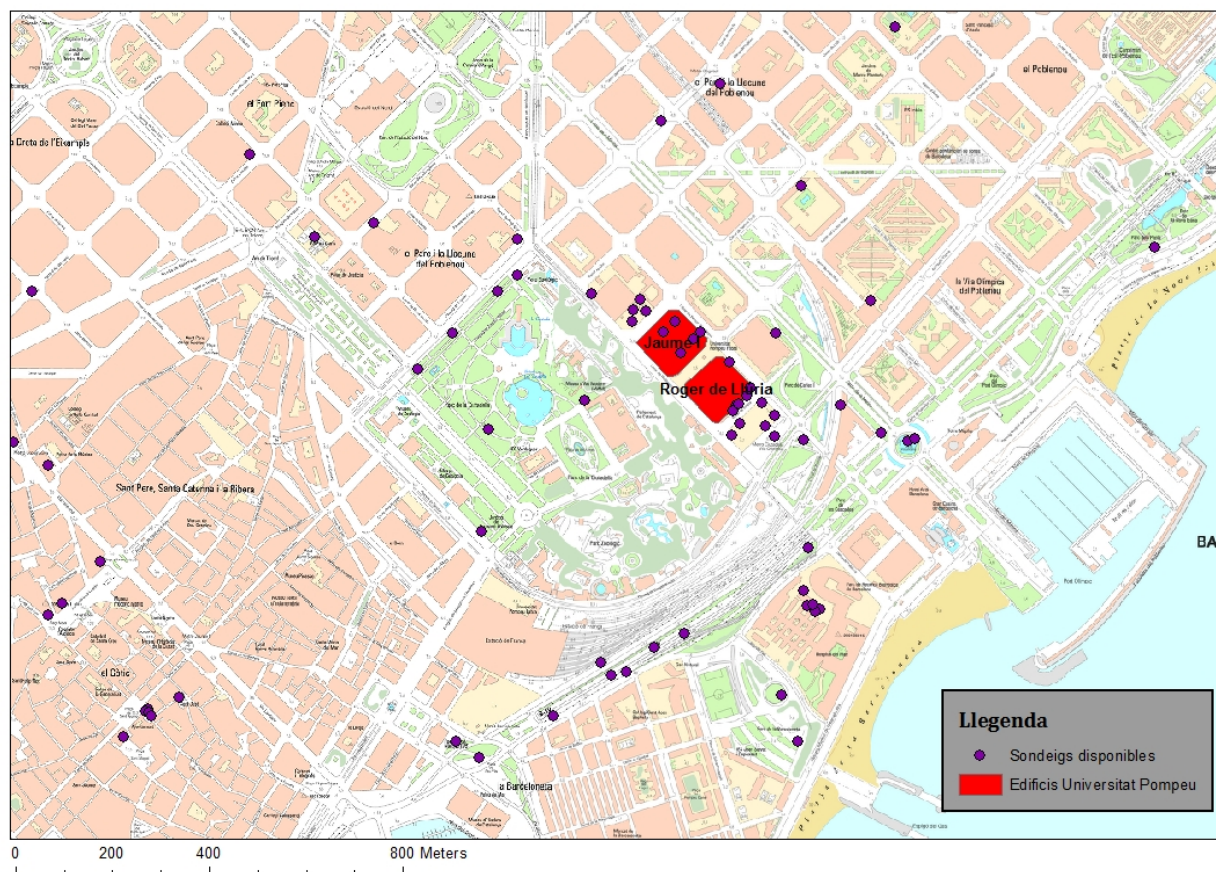


Figura 5: Mapa de situació dels punts on es troba informació disponible, consistent en les descripcions geològiques dels sondeigs.

6.2. Model geològic

Per crear un bon model numèric es creu imprescindible centrar molta atenció en la realització del model conceptual de la geologia, per aquest motiu s'ha dedicat un gran esforç en aquest apartat. La metodologia seguida ha estat la següent:

- i. Traçat dels talls i interpretació
- ii. Realització de mapes de isòbates i isòpaques
- iii. Creació de les superfícies de les capes

Per a dibuixar els talls s'ha fet ús de la eina "Xsection" del paquet "Stratigraphical cross-section" desenvolupat pel projecte HEROS, que permet traçar la línia incloent els sondeigs desitjats que quedin propers de forma, en aquest cas, no projectada. Un exemple dels talls obtinguts és pot veure a la Figura 6.

Els talls delimiten la zona d'estudi i intenten abarcar la màxima àrea. S'han traçat per tant tres talls transversals (anomenats: Transversal 1, Transversal 2 i Límit costa) i tres longitudinals (anomenats: Límit besòs, Límit llobregat i Eix central). A la Figura 7 es poden veure els talls realitzats sobre el mapa.

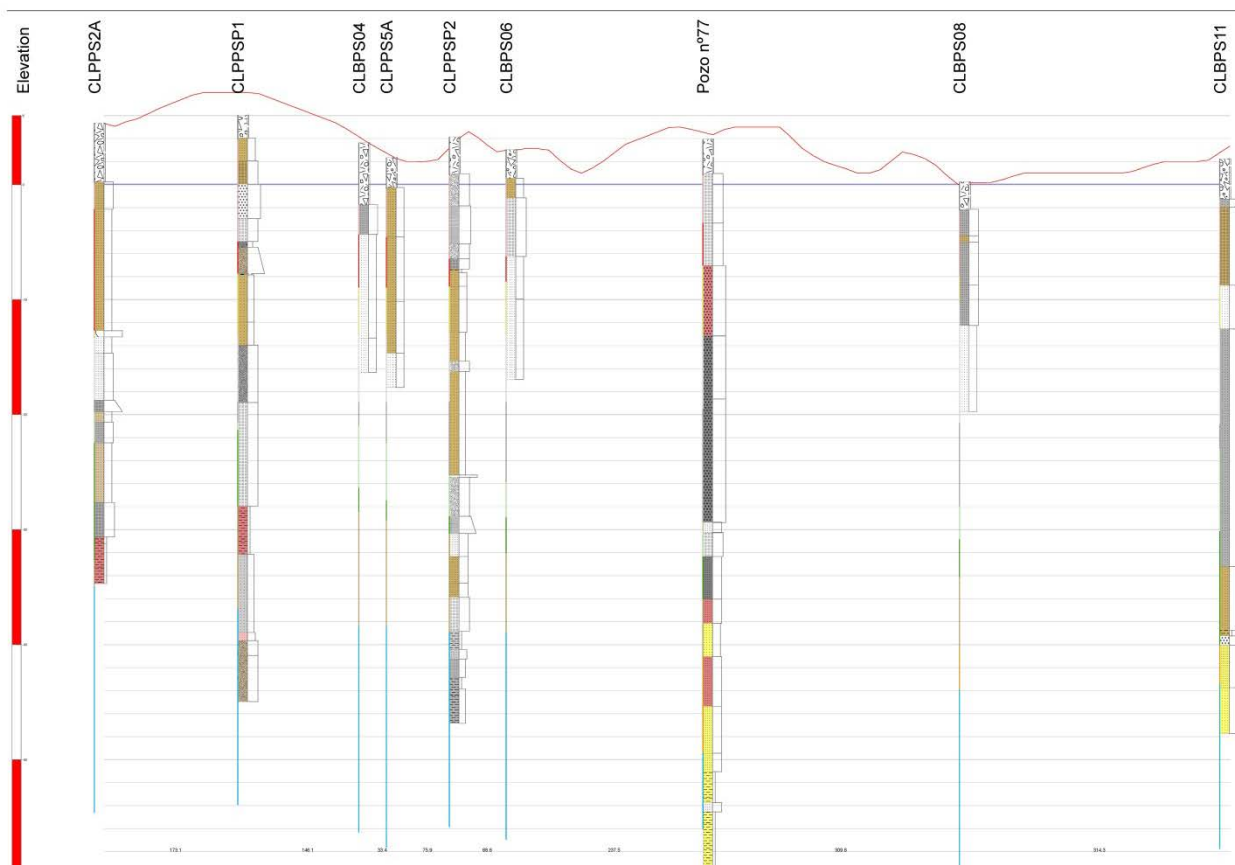


Figura 6: Exemple de tall obtingut mitjançant la eina "Xsection". Aquest exemple correspon a al tall Límit costa.

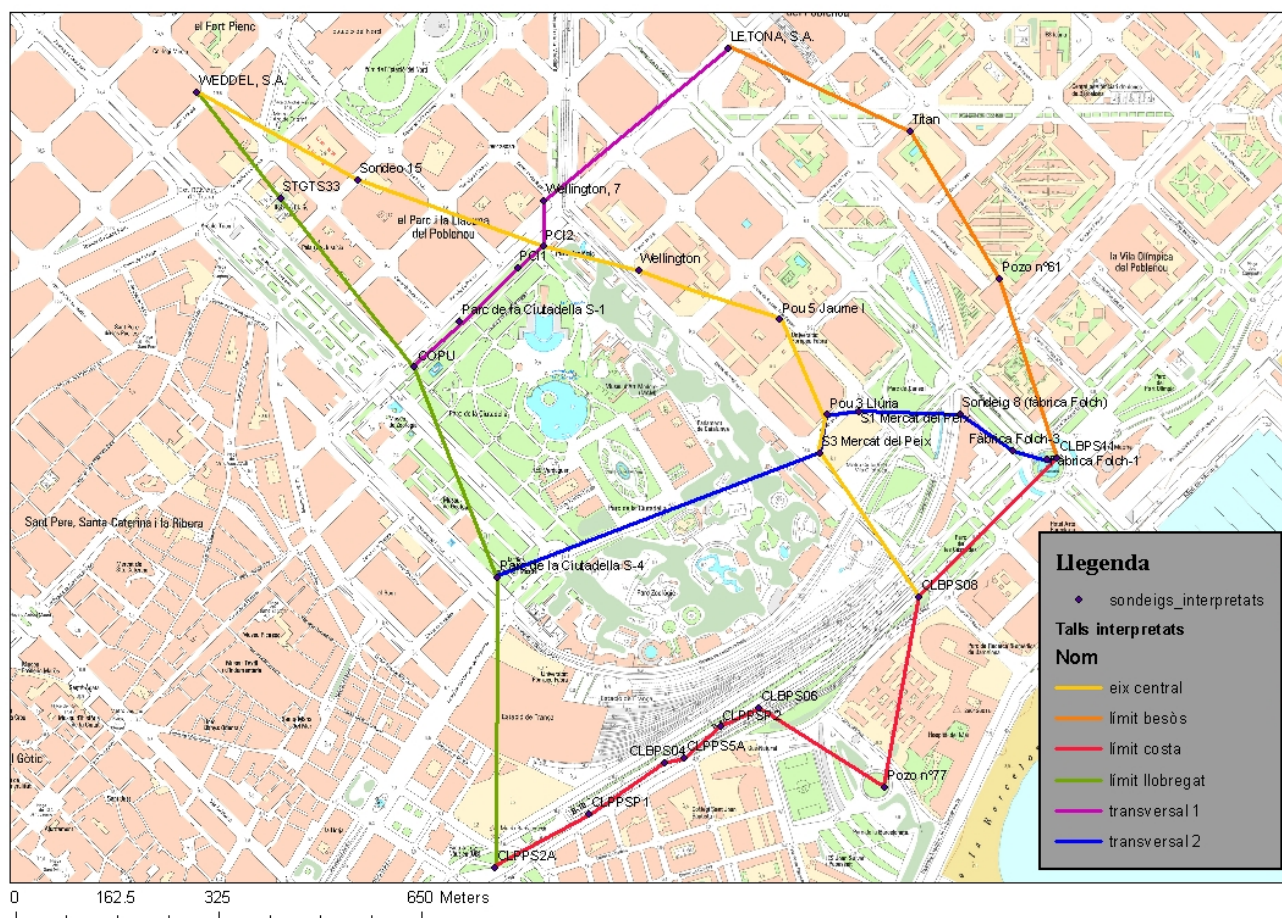


Figura 7: Identificació dels talls interpretats i la localització dels sondeigs utilitzats.

L'elecció dels sondeigs a utilitzar ha estat bàsicament la situació d'aquests de forma que es pugui abarcar la major àrea i profunditat, sempre que sigui possible, i poder modelar així fins el basament del delta.

Els talls han estat interpretats ubicant les unitats definides en el punt 5.2, de manera que s'han pogut diferenciar les zones més permeables a partir de es descripcions litològiques dels sondeigs i també a partir de interpretacions anteriors a les zones colindants (Velasco et al., in press). Tal i com es pot veure a la Figura 8, la zona abarcada per l'estudi inclou la transició del delta del Besòs a la formació del pla de Barcelona. Això ha fet que sigui una zona de certa complicació alhora de interpretar doncs les unitats descrites per al delta són sensiblement diferents, amb el que ha calgut afegir dues unitats, que són la unitat DE i la unitat F2. La primera és la unitat transicional entre D i E. La segona és per a diferenciar en dues la unitat F, per tant queda segons ordre de estratificació la unitat F1 amb formacions més argiloses i grans fins i després per sobre la unitat F2 que és de gra molt més gruixut, on s'han identificat sorres i

graves força netes de matriu. Per al model hidràulic fer aquestes incorporacions és molt necessari ja que els paràmetres hidràulics seràn a la força diferents.

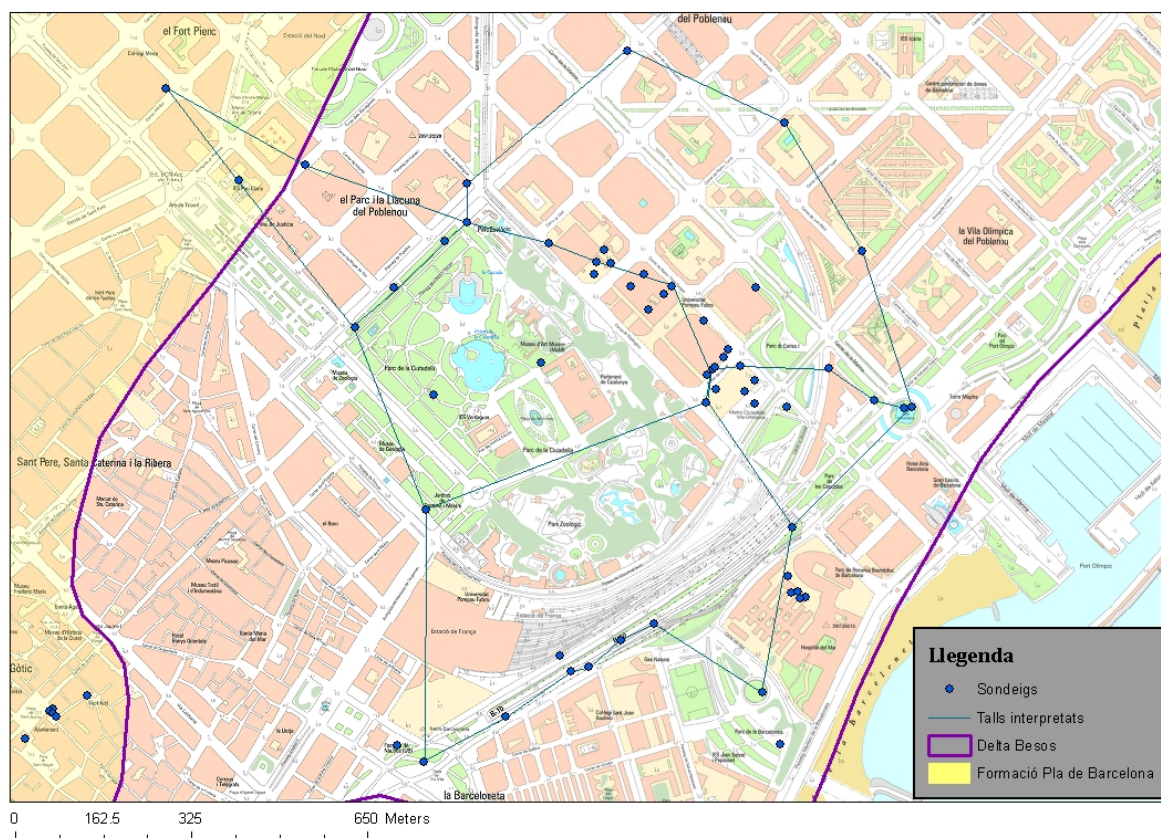


Figura 8: situació del àrea abarcada del estudi (a partir del tarçat dels talls) en relació a les formacions geològiques. Es pot veure com a la força haurà de haver-hi una transició.

Els talls interpretats es troben al annex.

Una vegada la informació es disposa en dues dimensions és necessari passar-ne a tres. Per a això es recorre a la eina “Edit Xsection” del paquet de eines “Stratigraphical cross-section”, que permet digitalitzar els talls i transformar automàticament la informació del dibuix a punts georeferenciats i amb la informació de la cota del sostre de cada unitat en una base de dades (Figura 9a). Després es dibuixen les isòbates de forma manual, sense predre mai el sentit deposicional de cada unitat (Figura 9b). Les línies dibuixades es digitalitzen i són transformades amb ArcGis a punts (Figura 9c), que després s’interpolen obtenint així la superfície completa del sostre de la unitat (Figura 9d). Aquest procediment s’ha dut a terme per a totes les unitats.

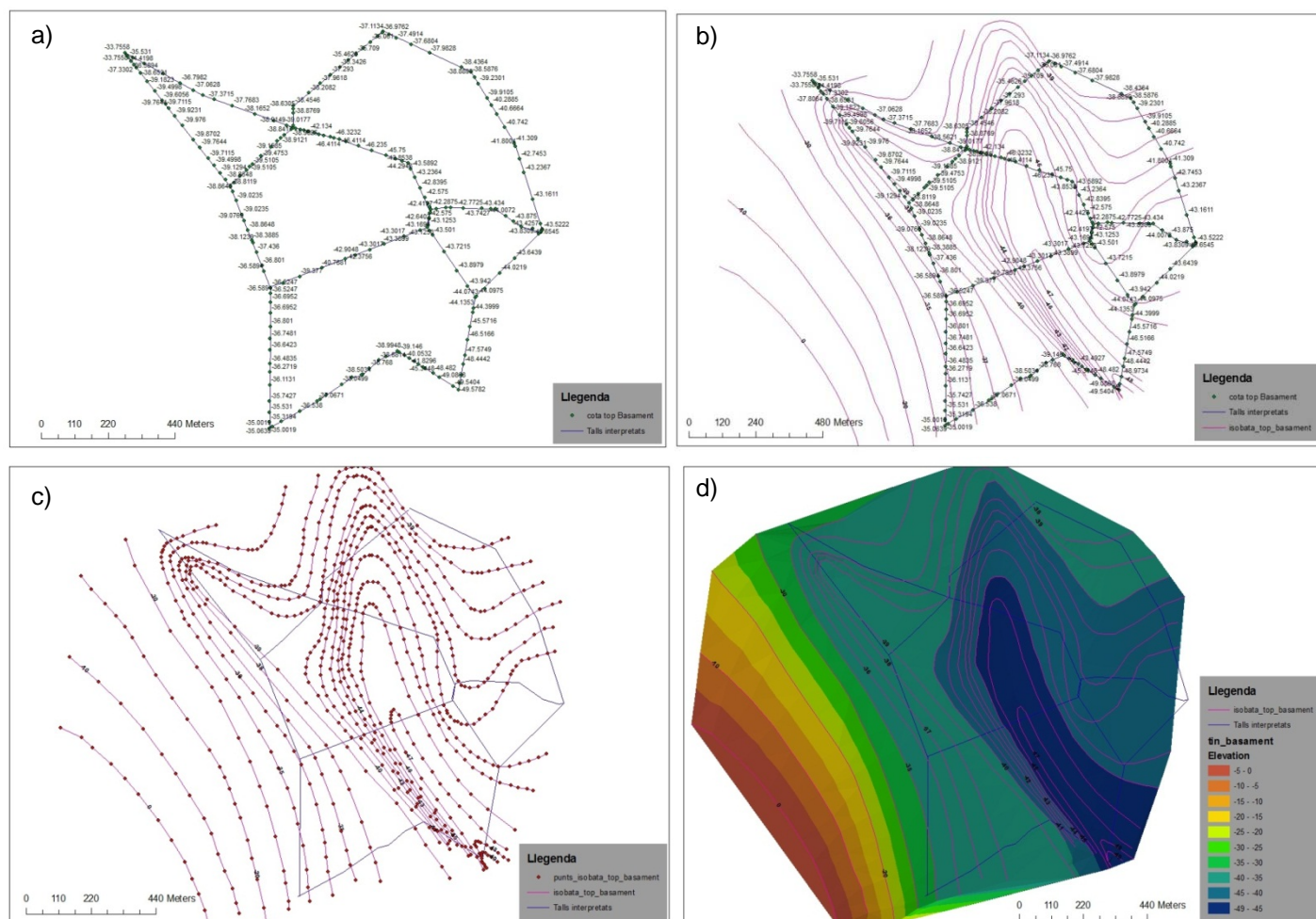


Figura 9: Exemple del procediment seguit per a cada unitat, per tal d'obtenir els relleus topogràfics dels sostres a partir dels talls geològics. Aquest cas correspon al sostre del basament.

Una vegada modelades les superfícies s'han fet els càlculs per a obtenir les. Aquest pas ha sigut possible mitjançant la calculadora de arxius raster del ArcGis.

L'àrea abarcada en aquest procediment correspon a l'àrea d'estudi local. Però és necessari fer el model numèric d'una àrea més extensa a la qual poder aplicar-hi les condicions oportunes. Per tant el següent pas és el de ampliar la informació, fent una interpolació menys precisa. Aquesta ampliació s'ha fet ja directament amb el gruix de les capes. L'àrea de l'ampliació correspon d'acord amb models i experiències anteriors (Figura 10a). A la Figura 10 es pot veure com de la informació del espesor de capa a nivell local, obtingut pel procediment explicat a partir de la Figura 9 (Figura 10b), s'interpolava fins als límits de la Figura 10a obtenint el que s'observa a la Figura 10c. Per aquesta ampliació s'ha seguit el criteri sedimentològic, es a dir, tenint en compte l'origen del sediment i aproximant la idea de la forma amb que es va sedimentar.

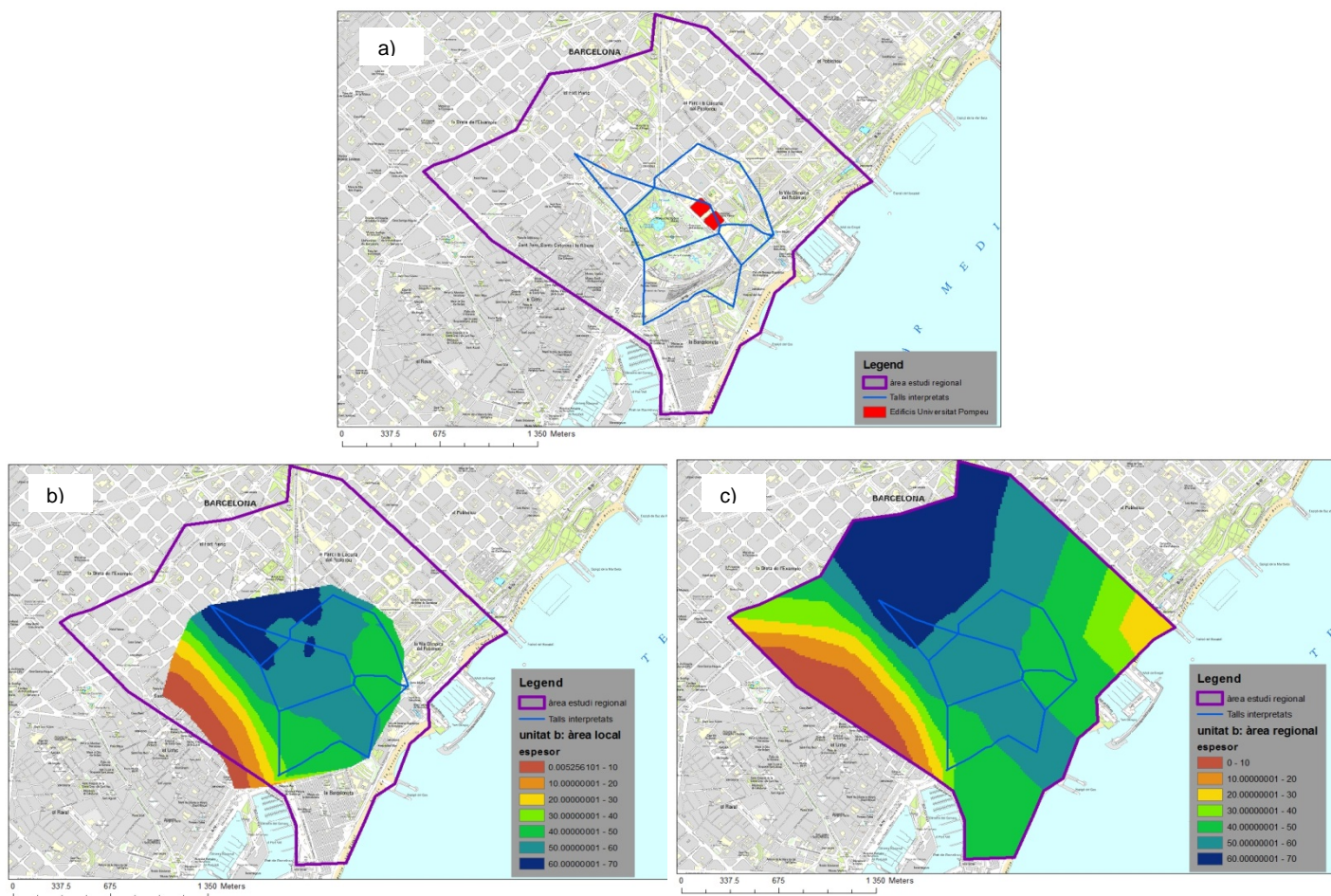


Figura 10: Descripció del procés fet per a estendre la informació des de l'àrea local (definida pels talls geològics) fins a l'àrea regional, per tal de introduir en el model numèric més endavant. Aquest exemple correspon a la unitat B.

Una vegada obtingut aquest "raster" de l'àrea regional simplement es transforma a un "shape" de punts per a després exportar-ho en el format que més convingui i pugui ser utilitzat pel programa de modelació.

A la Figura 11 i Figura 12 es poden veure com han quedat els mapes d'espessor per a cada una de les unitats geològiques.

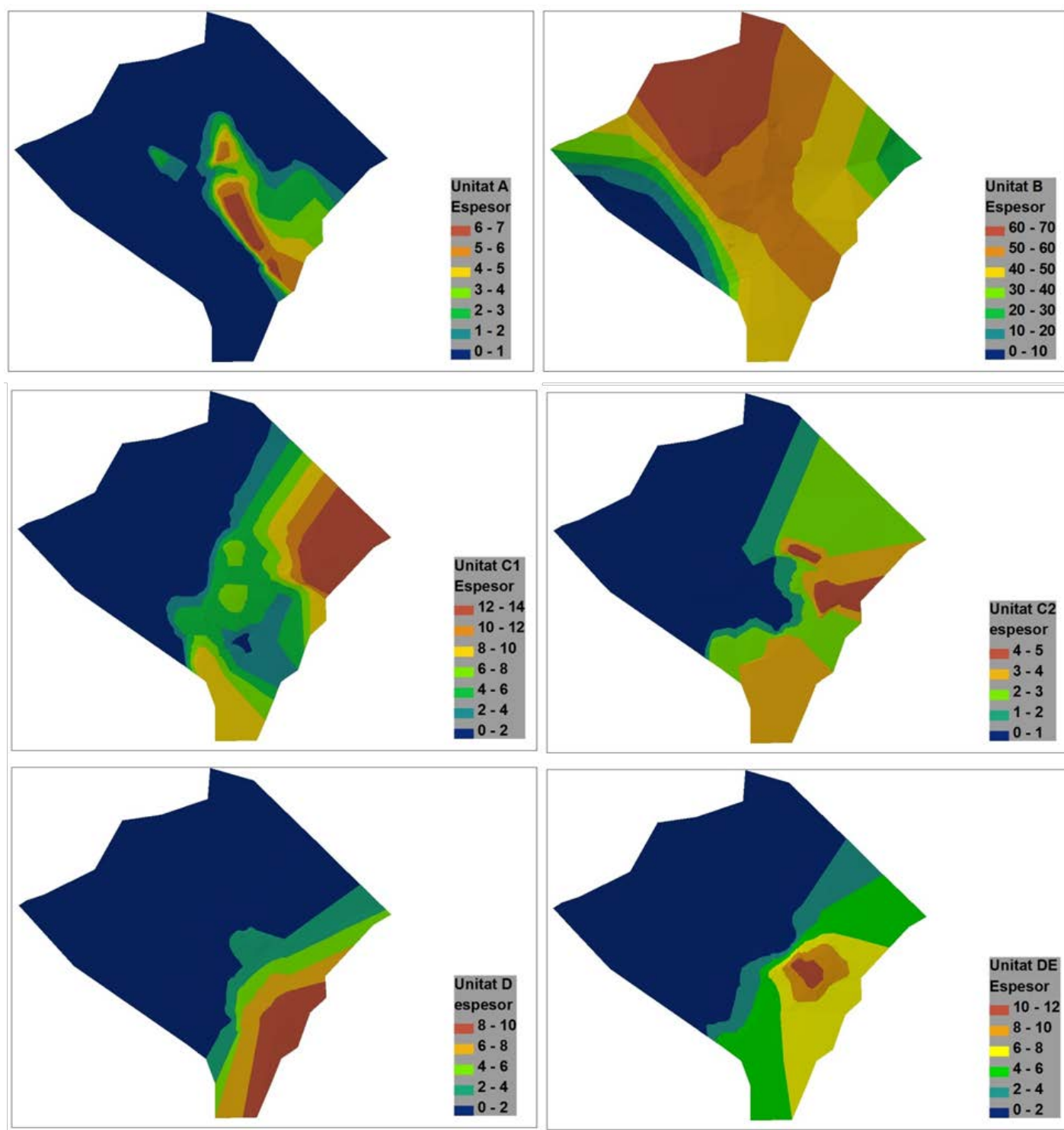


Figura 11: Mapa de gruixos de les unitats A, B, C1, C2, D i DE.

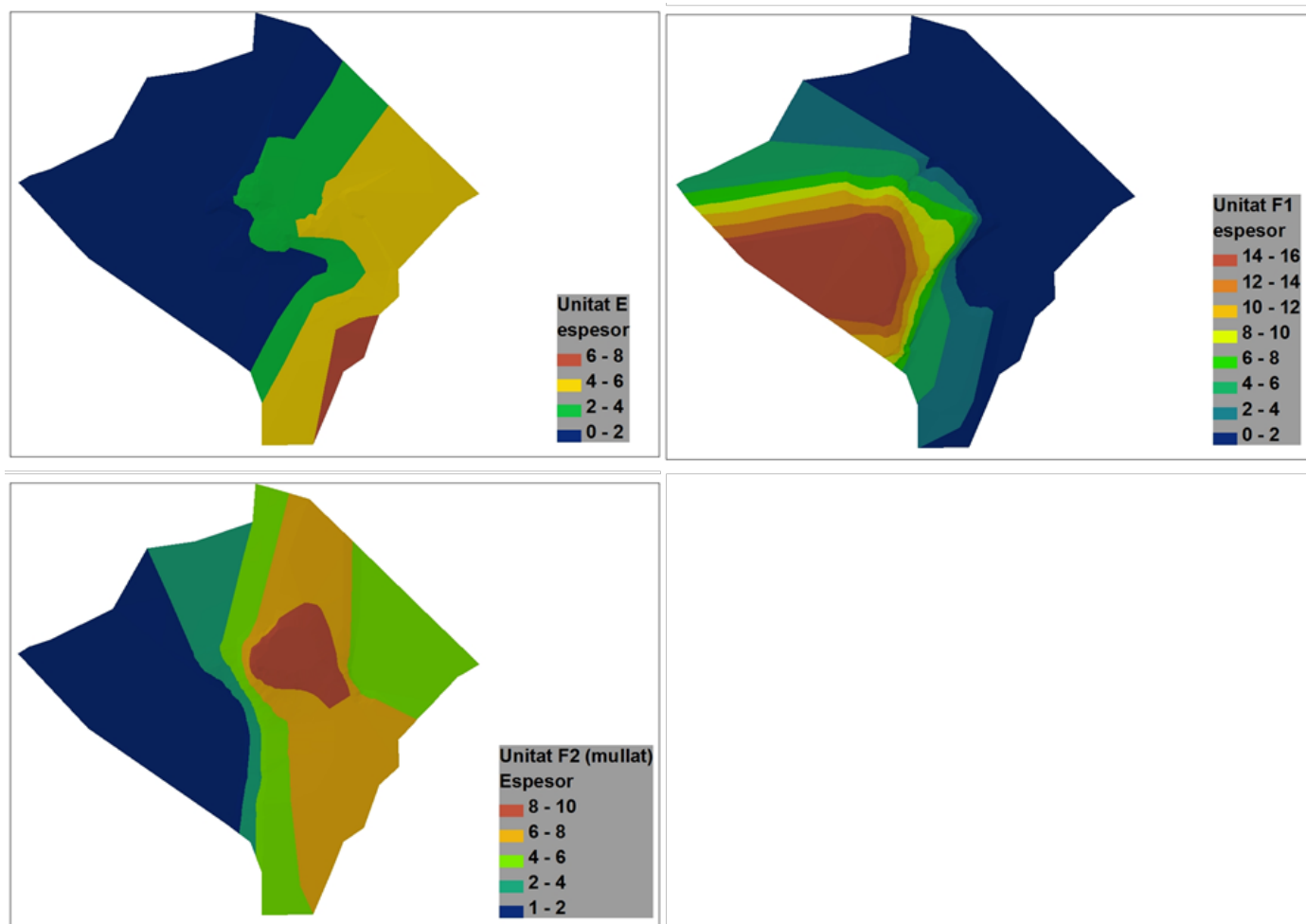


Figura 12: Mapa de gruixos de les unitats E, F1 i F2, de aquesta última nomès la part que queda sota el nivell piezomètric.

6.3. Paràmetres hidràulics previs

Per a assignar els paràmetres hidràulics s'ha recorregut al càlcul realitzat per la eina "Litho labels", que ve incorporada a la base de dades geològica de la UPC-CSIC. Aquesta permet calcular les permeabilitat vertical i horitzontal en metre/dia de cada capa a partir de la informació litològica introduïda. La metodologia seguida pel programa consisteix en que hi ha assignant a la base de dades un valor d'aquest paràmetre a cada litologia (k_i), segons la informació de la capa (litologia principal, secundària, la relació percentual entre elles i la absència o no de matriu) i a partir del gruix de cada una (b_i) fa el càlcul amb les fórmules de permeabilitat horitzontal (1) i vertical (2) del conjunt de capes (el gruix total de les quals és Δb).

$$k_h = \frac{1}{\Delta b} \cdot \sum_i^n (b_i \cdot k_i) \quad (1)$$

$$k_v = \frac{\Delta b}{\sum_i^n \frac{b_i}{k_i}} \quad (2)$$

En aquest cas el conjunt de capes demanat correspon a les capes que conformen cada unitat interpretada, per d'aquesta manera, obtenir valors en punts dispersats per la superfície de cada unitat. S'ha estudiat la opció de fer un anàlisi de geoestadística, però finalment la idea s'ha desestimat donat que no hi havia gran dispersió de valors. El procediment per a la obtenció de un sol valor (de k_h i k_v) representatiu de cada unitat ha estat la de primer desestimar aquells que sortissin de rang clarament (que podrien atribuir-se a errors arrossegats anteriorment, com per exemple una mala descripció del sondeig) i fer una mitja aritmètica dels restants. Els valors van acompanyats de la seva desviació típica. Els valors s'obtinguts s'exposaran més detingudament el apartat 10.1.1.

6.4. Piezometria

Amb la piezometria dibuixada es poden fer unes consideracions preliminars sobre l'esquema de flux als aquífers de la ciutat. L'aigua es mou bàsicament des de la Serra de Collserola cap al mar, de manera que els nivells baixen des de vora 110 m als punts més alts, fins a cota zero en poc més de 5 km que en resulta un gradient mitjà del 2%. Lògicament el flux varia al llarg del recorregut en funció de la diferent permeabilitat del sòl. A la zona dels deltes (Besòs i Llobregat) es produeix una certa inflexió, de manera que el flux es posa pràcticament perpendicular als contactes litològics entre els materials del Pla de Barcelona i dels deltes. En aquesta part els gradients són menors, arriben fins i tot a ser d'un 0.2%.

A la zona del Poble Nou, com a la zona Franca, es van detectar nivells negatius, tot i que molt menors que els s'havien arribat a observar històricament, i es dedueix la seva progressiva recuperació.

En aquest punt vol donar-se primer una visió de la història d'aquesta zona, per després exposar les dades de que s'ha disposat per a la realització del model.

6.4.1. Dades històriques

Arribat ja a aquest apartat s'exposen el nombre de dades que s'han disposat. Gràcies a la base de dades QUIMET realitzada per realitzada per la UPC-CSIC es disposen de 70 punts distribuïts

per la zona d'estudi (Figura 13). Les dades comencen a datar del any 1944 fins al 2007. El total de dades disponibles és de 656. La relació de valors i dates es pot comprobar al annex.

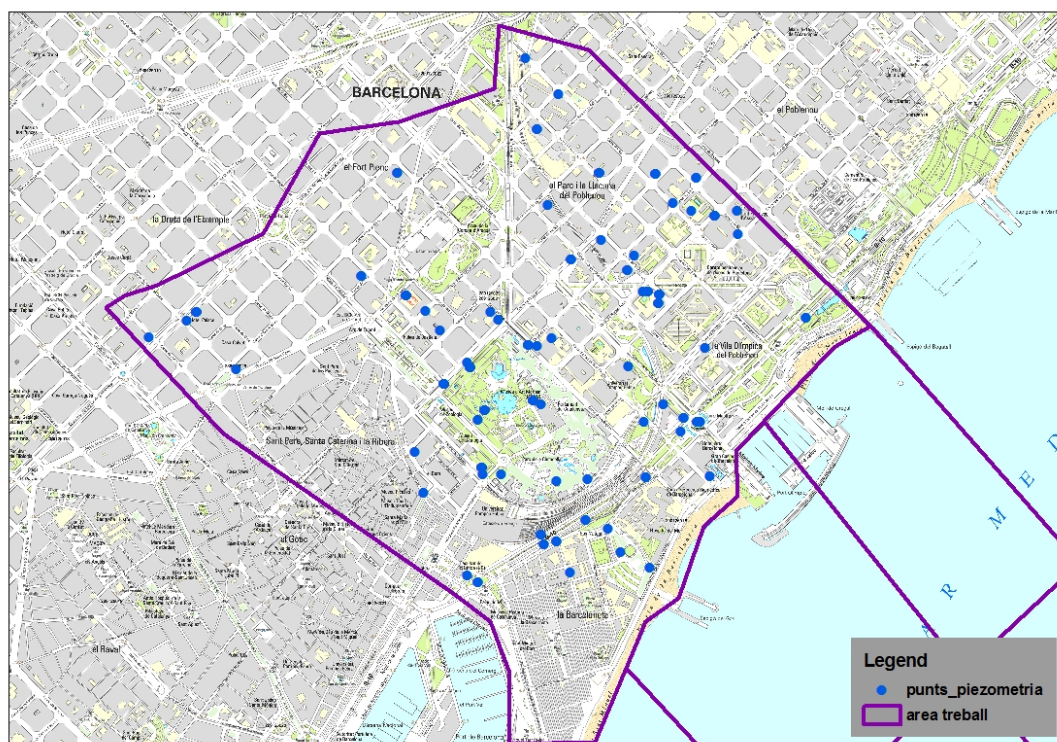


Figura 13: Representació dels punts d'on es disposen valors de nivells piezomètrics històrics dins del área d'estudi.

6.4.2. Dades UPF

Es va demanar que la universitat cedís les dades de que disposava dels registres de nivells dels seus pous des del inici del funcionament d'aquests. Aquests ja van avisar que ja no disposaven de les dades més antigues. Finalment les dades comencen a partir del any 2005 en només alguns dels casos. Les dades de nivell rebudes són les que es descriuen a la Taula 2. Com es pot comprobar les dades són força escasses respecte al que s'esperava.

Respecte les dades que la empresa Saboredó (encarregada de la planificació i supervisió hidrogeològica del sistema de pous des del inici del sistema) va cedir, són 18 mesures manuals de nivell. La primera data del 2007 i la última del 2010. Aquestes es poden veure al annex.

Nom del pou	Any inici funcionament	Anys de que es disposen dades
Jaume 1	1996	2005 ⁽¹⁾ i 2006
Jaume 2		2005 ⁽¹⁾ , 06, 07, 08, 09, 10 ⁽²⁾
Jaume 3		2005 ⁽¹⁾ , 06, 07 ⁽³⁾ , 08, 09, 10 ⁽⁴⁾
Jaume 4		2006, 07 ⁽³⁾ , 08, 09, 10
Jaume 5		No hi han dades
Llúria 1	2000	2009 ⁽⁵⁾ i 2010 ⁽²⁾
Llúria 2		No hi han dades
Llúria 3		No hi han dades
Llúria 4		2009 ⁽⁵⁾
Llúria 5	2004	No hi han dades
Llúria 6		No hi han dades

(1) Des de Octubre, (2) Fins Octubre, (3) Fins Març, (4) Fins Juny, (5) Des de Febrer

Taula 2: Descripció de les cedides finalment per la UPF en quan als nivells històrics dels seus pous.

6.5. Conductivitats

El paràmetre de la conductivitat es considera bàsic per a poder modelar el fenomen de intrusió salina. Es disposa de dades històriques, així com també les dades obtingudes arrel de les campanyes de camp que s'han dut a terme per aquest treball.

6.5.1. Dades històriques

Les dades històriques s'han pogut extreure de la base de dades QUIMET. Exactament a la zona de treball s'han localitzat 7 punts, essent un total de 123 valors que es disposen des del any 1996 fins al 2006. La localització d'aquests punts es veu a la Figura 14 i la taula amb les dades es pot consultar al Annex.

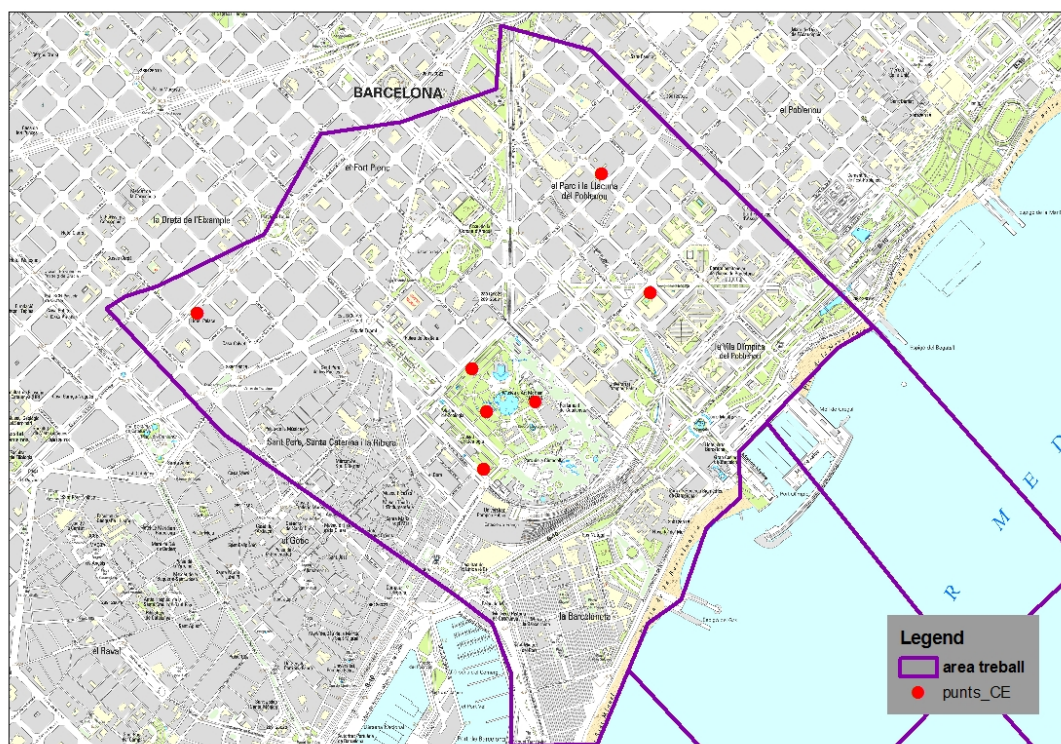


Figura 14: Representació dels punts d'on es disposen valors de conductivitats històriques dins del área d'estudi.

6.5.2. Dades UPF

El sistema de recollida de dades de la universitat no disposa de cap aparell que mesuri la conductivitat. Així doncs no es disposa de cap dada d'aquest paràmetre cedida per ells.

La empresa Saboredó ha recollit deu mesures manuals de conductivitat en el millor dels casos (ja que no en tots els pous) que daten només entre els anys 2007 i 2010. Aquestes es poden consultar al Annex.

6.5.3. Dades campanyes de camp

Per a la realització d'aquest projecte es va planificar una campanya de camp per a mesurar la conductivitat a tota la columna de cada pou. La finalitat d'aquesta va ser per una banda obtenir els valors actuals de conductivitat i també veure com aquesta variava en la vertical.

La campanya es va dur a terme els dies 17 i 27 de Gener del 2011. Es va passar per cada pou una sonda SEBA KLL-Q-2, que permetia enregistrar a més de la conductivitat elèctrica, la temperatura, salinitat, TDS (Tasa de soluts dissolts), densitat i voltatge. Tots aquests valors es poden trobar al Annex. A la Figura 15 es poden veure com varien els valors de conductivitat a la columna vertical de cada pou.

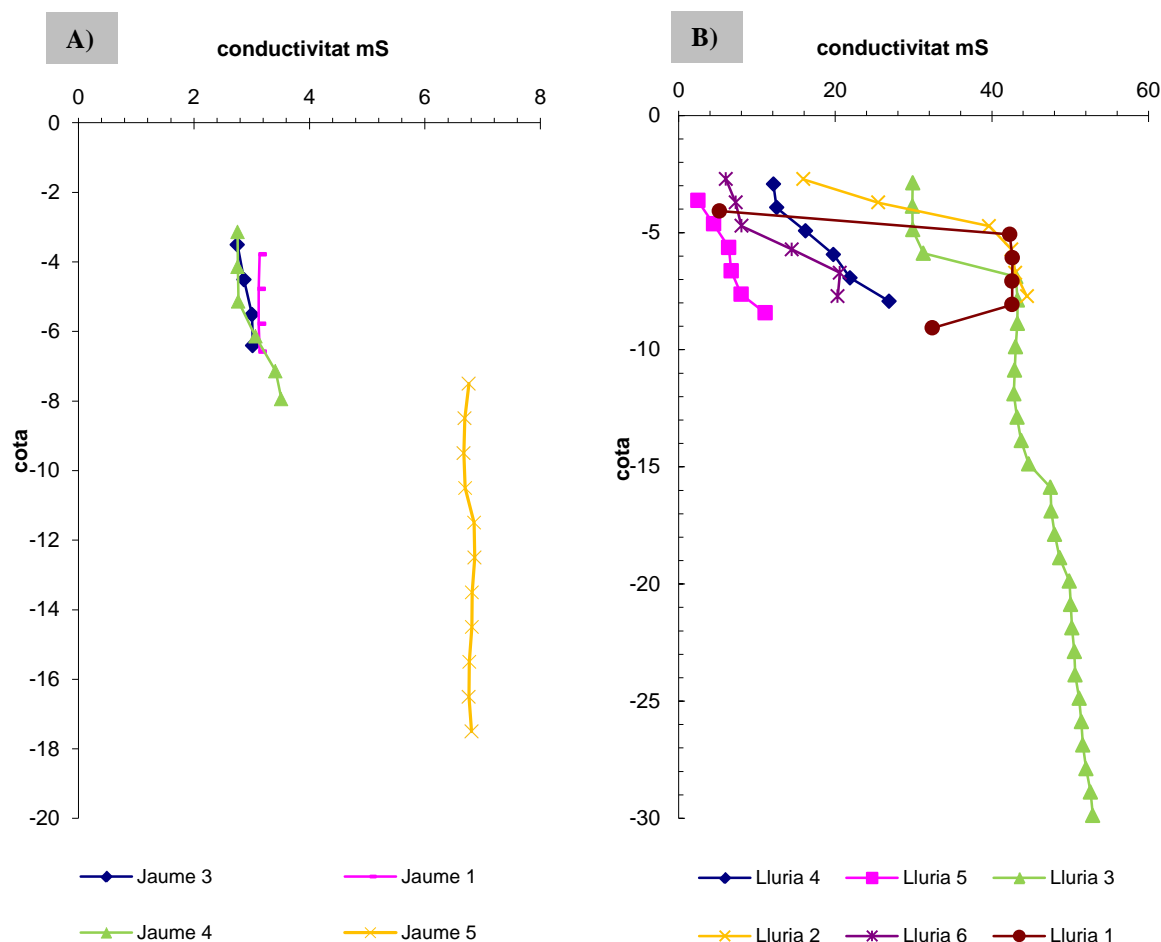


Figura 15: Representació dels valors de conductivitat en tot el perfil dels pous, A) per als pous del edifici de Jaume I, B) per als de Roger de Llúria.

De la Figura 15 s'en pot extreure que els pous de Jaume I no estan gaire salinitzats, encara que Jaume 5 estigui marcadament per sobre dels altres. On sí es pot veure una salinització ja força important, amb valors similars al del mar, són els pous de Llúria 1, 2 i 3. En aquest últim inclús augmenta força en profunditat arribant a valors 52.89 mS.

Per altra banda es van col·locar diversos del tipus CTD, que es caracteritzen per a més de mesurar els nivells piezomètrics, també mesuren la conductivitat. Es van col·locar cinc repartits en els pous dels dos edificis entre els dies 17 i 27 de gener de 2011. Va haver-hi un problema de instal·lació d'aquests i només es van poder recuperar dos, als pous de Llúria 1 i Jaume 5 (Figura 16 i Figura 17) Aquests van estar enregistrant dades fins al dia 10 de març de 2011.

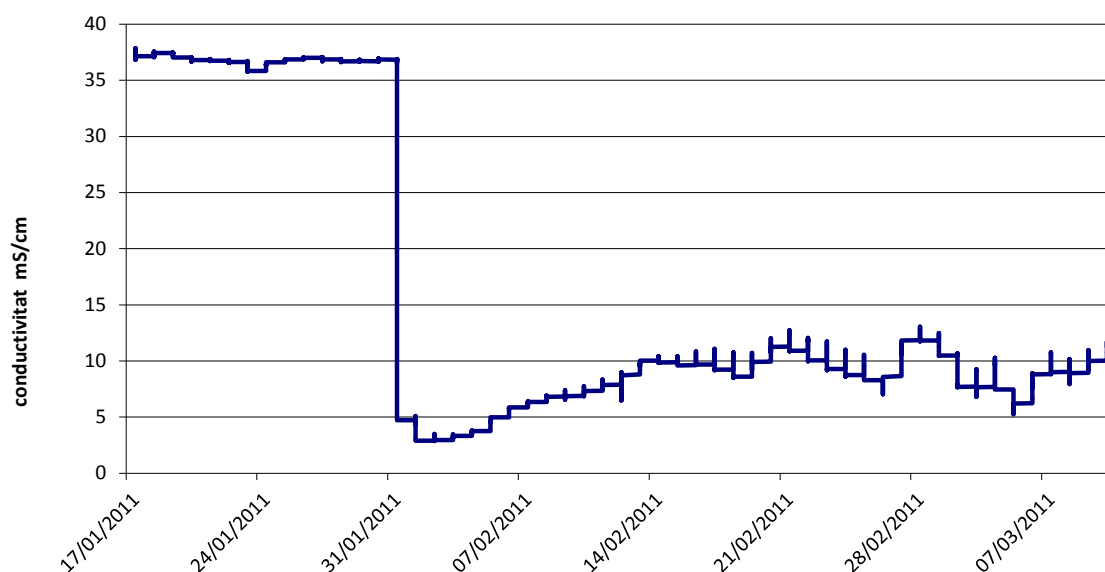


Figura 16: registre de la conductivitat del diver CTD col·locat al pou de Llúria 1.

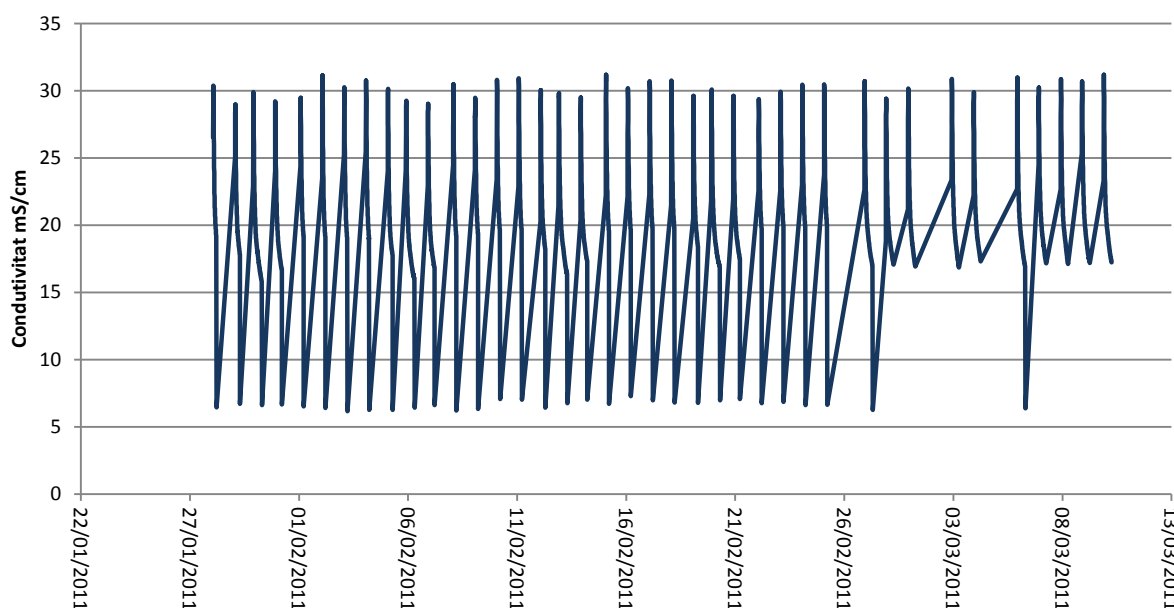


Figura 17: registre de la conductivitat del diver CTD col·locat al pou de Jaume 5.

6.6. Extraccions

Es refereix en aquest apartat als volums extrets per les bombes. Tant les que envolten els edificis de la UPF, com també i pràcticament més rellevant, les mateixes bombes de la universitat.

6.6.1. Dades històriques

Només el pou de Wellington extreu aigua durant aquest període estudiat. El cabal anual mig és de 160000 m³.

6.6.2. Dades UPF

Les dades cedides per la universitat són l'eix d'aquest treball, doncs, tal i com es comentava, l'objectiu d'aquest treball és comprobar l'efecte al terrenys de les seves bombes. Per aquest motiu hi ha una decepció en respecte el nombre i la qualitat de les dades obtingudes.

Com ja s'ha comentat anteriorment, hi han pous que funcionaven desde el 1996, altres des del 2000 i els últims van ser construïts al 2004. Doncs només han pogut cedir dades a partir del any 2005 i només en alguns casos. A la següent taula (Figura 18) es pot veure de forma gràfica de quines dades s'ha disposat des de un principi, en quines s'han trobat dificultats i finalment quines són les que s'han extrapolat i en quines no ha sigut possible.

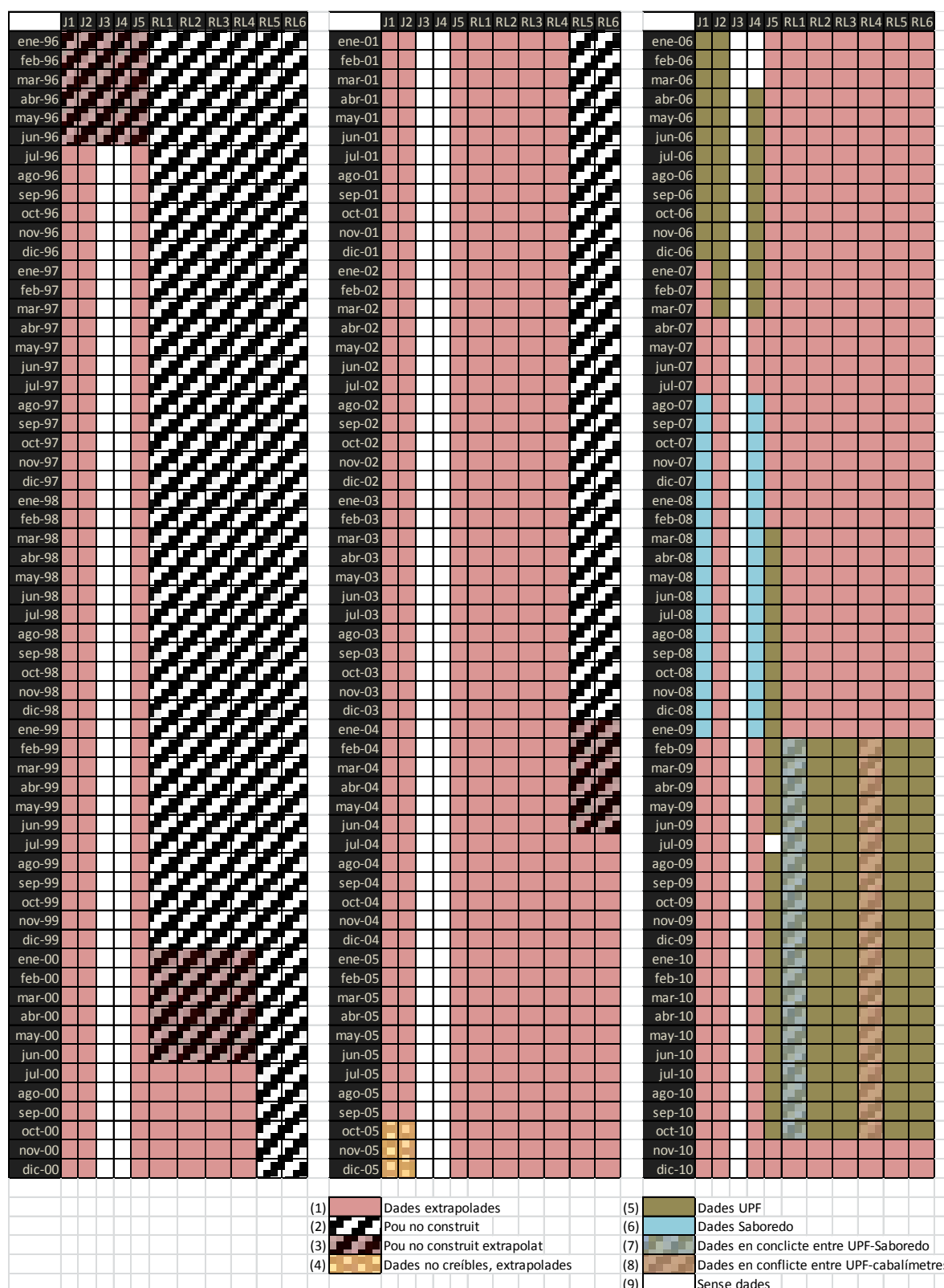


Figura 18: Representació de les dades disponibles d'extracció dels pous de la universitat UPF. (1) són aquelles que s'han extrapolat a partir de les dades cedides, (2) les dates exposades els pous corresponents encara no estaven construïts, (3) s'ha suposat la data de construcció del pou davant la falta d'aquesta informació, (4) la UPF va passar unes dades que no s'han cregut reals i finalment s'han extrapolat, (5) dades cedides per la UPF, (6) Dades cedides per la empresa Saboredó, (7) dates en que hi havien dades de la UPF i de Saboredó i es contradeïent, (8) dades cedides per la UPF però no encaixaven amb la explicació feta per ells mateixos, (9) impossible de extrapolat per la manca total de alguna dada.

A continuació s'exposen els motius i la forma en que s'ha procedit en cada grup de dades, agrupades de la forma en que apareix a la Figura 18.

Grup (1):

En un principi en aquestes dades no hi havia cap dada disponible. A partir del seguit de dades del grup (5), en que es disposava de valors de varis mesos seguits, s'ha agafat un any sencer com a sèrie a repetir en els mesos sense dades. Aquest procediment s'ha fet seguint un criteri de coherència entre el valor i el que s'espera obtenir. Per exemple, s'esperarà obtenir un volum extret mensual més alt en els mesos de juny que en els mesos de gener. A continuació es representaran els valors obtinguts i la sèrie escollida.

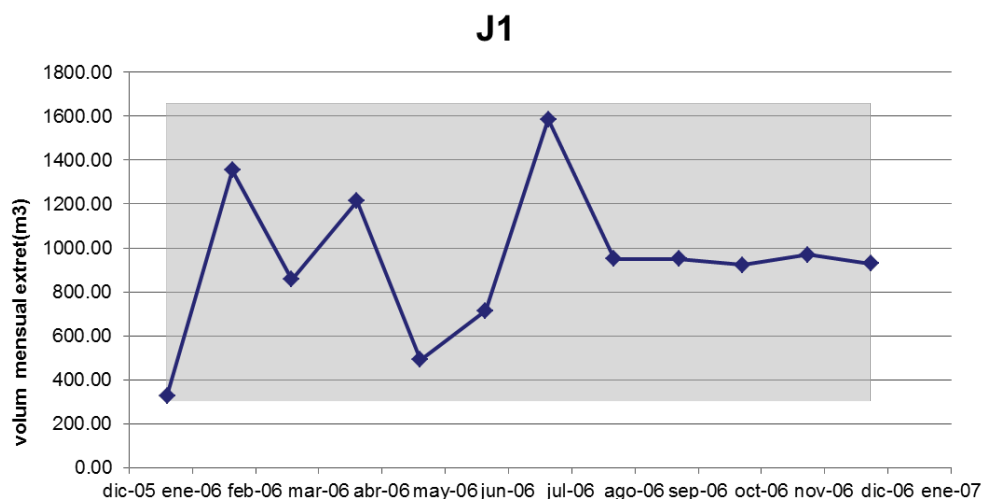


Figura 19: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Jaume 1. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas correspon a tot l'any mostrat, de gener a desembre.

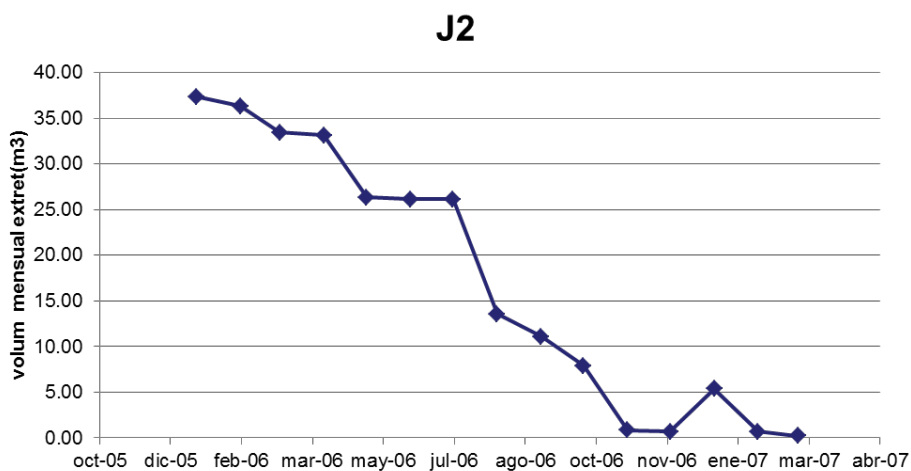


Figura 20: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Jaume 2. En aquest cas s'ha decidit que a partir dels valors de març de 2007 els volums extrets siguin 0, i els valors anteriors a Gener de 2006 siguin els 37m³.

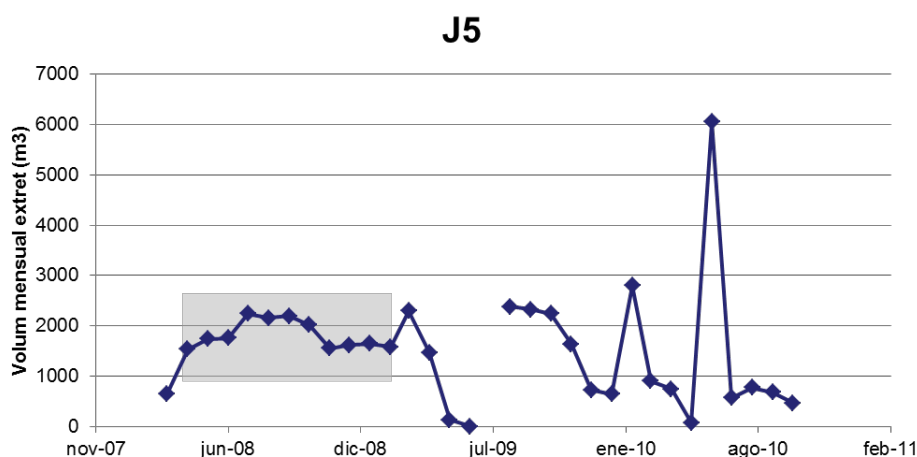


Figura 21: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Jaume 5. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas corresponent des de abril de 2008 fins al març de 2009.

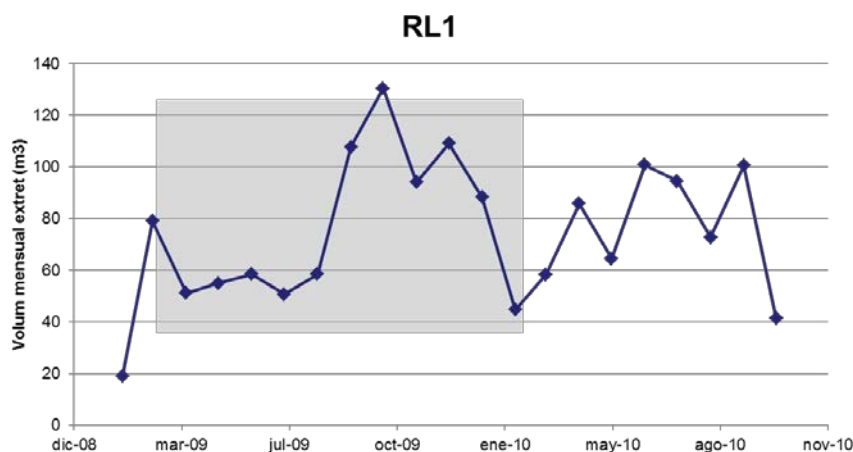


Figura 22: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Llúria 1. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas corresponent des de març de 2009 fins al febrer de 2009.

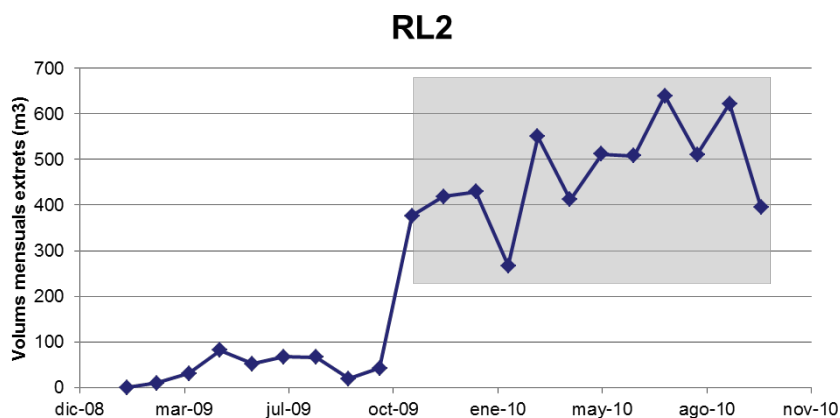


Figura 23: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Llúria 2. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas corresponent des de novembre de 2009 fins al octubre de 2010.

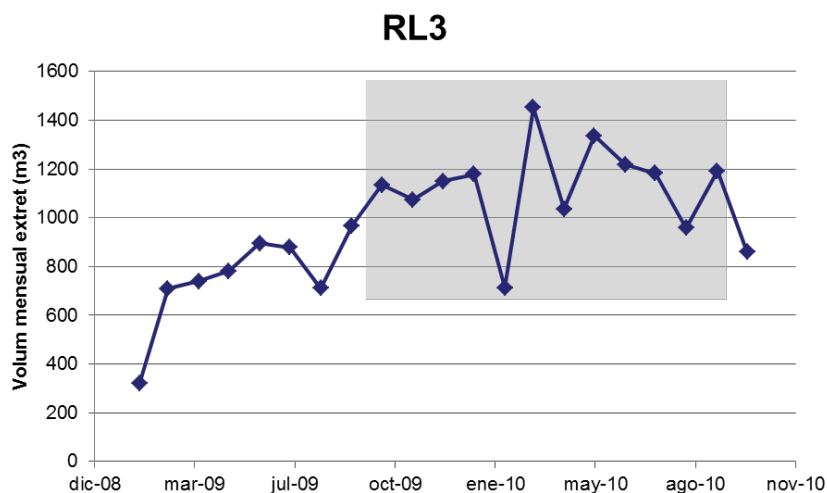


Figura 24: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Llúria 3. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas correspon des de octubre de 2009 fins al setembre de 2010.

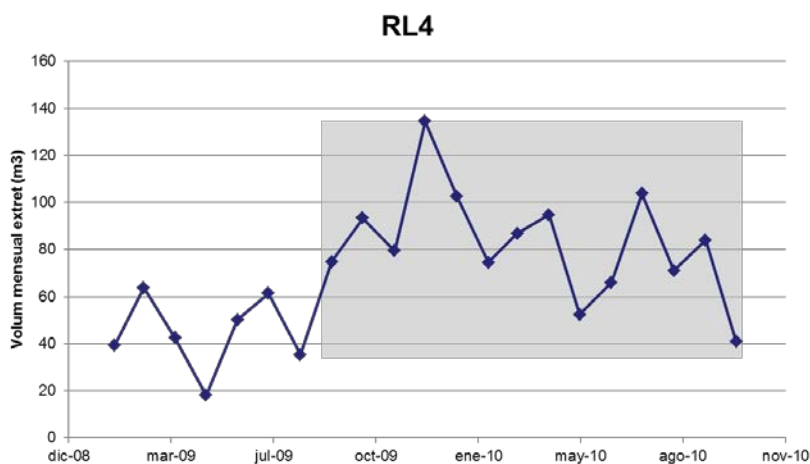


Figura 25: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Llúria 4. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas correspon des de setembre de 2009 fins al agost de 2010.

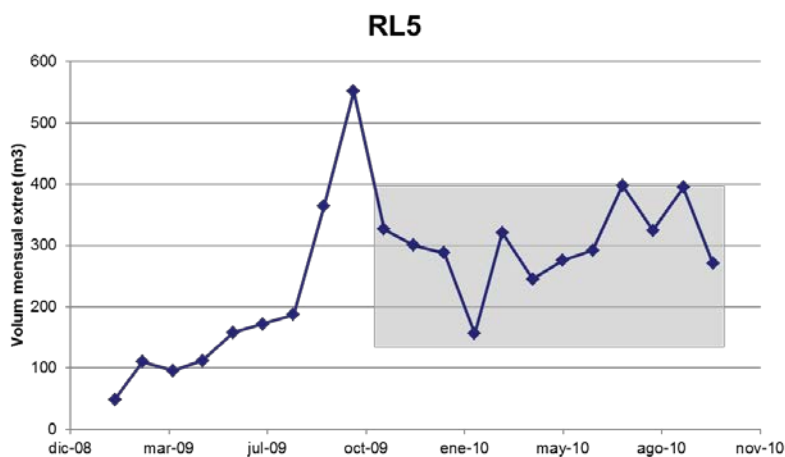


Figura 26: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Llúria 5. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas correspon des de novembre de 2009 fins al octubre de 2010.

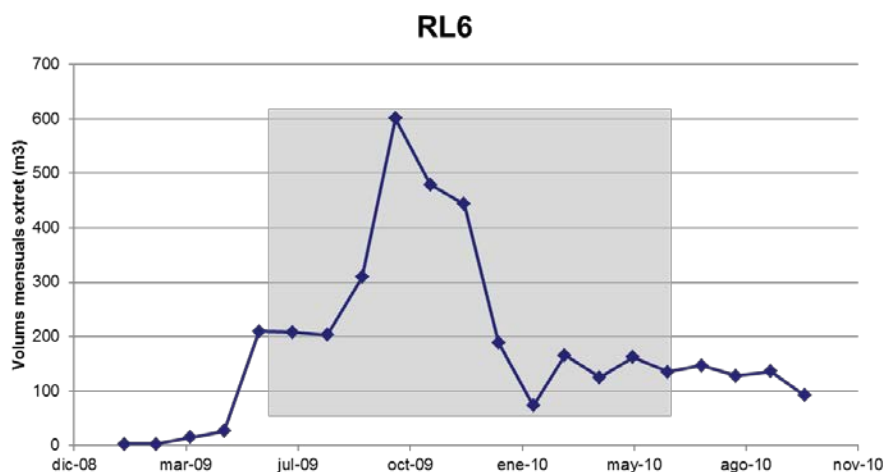


Figura 27: dades disponibles dels volums mensuals extrets del pou Llúria 6. La sèrie sombrejada és la escollida, que es repetirà en els mesos en que no hi han dades (extrapolació). En aquest cas correspon des de juliol de 2009 fins a juny de 2010.

Grup (2):

En les dates assenyalades se sap a partir de les fonts de Saboredo que el pou no estava construït.

Grup (3):

Ni Saboredo ni la UPF han sapigut dir en quin mes els pous van ser construïts, sí es sabia l'any però no el mes. Per tant s'ha assignat que tots els pous van ser construïts a mitjans del any corresponent. Es tracta llavors de una extrapolació de nou.

Grup (4):

En aquest cas es va veure que els pous de Jaume 1 i Jaume 2 en els tres mesos assenyalats, s'obtenien els mateixos valors entre els dos pous. A més eren valors llunyants als valors vistos en mesos posteriors. Segurament un dels dos estava equivocant, però com no es sabia quin s'ha cregut més convenient extrapol·lar de la mateixa forma que s'ha fet en el cas de les dades del grup (1).

Grup (5):

Aquestes són les dades obtingudes dels cabalímetres instal·lats per la UPF, que s'han processat per a obtenir aquests valors mensuals. Malhauradament aquest tipus de dades haurien de ser en totes les dates necessàries, però només han cedit aquestes. Són les que s'han cregut més

fiabiles de totes i per aquest motiu són les que s'han utilitzat per a la extrapolació de totes les dades.

Grup (6):

Aquestes dades són les cedides per la empresa Saboredó. Es consideren que han sigut molt poques dades les cedides, donat que és la encarregada en fer el seguiment hidrològic del sistema. Les dades com es pot comprobar només apareixen a partir del any 2007 i no en tots els pous. La qualitat d'aquestes és dubtosa donat que són valors molt puntuals i com en el cas del grup de dades (7), en que s'han vist contradiccions.

Grup (7):

Per a més complicació, en alguns casos s'ha vist contradiccions en les dades d'una i altre font. En aquest cas concret que s'ha donat en el pou de Roger de Llúria 1, s'ha vist que els cabalímetres enregistraven valors força alts, mentre que en les dades de Saboredó es considerava que el pou s'havia mantingut apagat. En aquest cas s'ha optat per agafar les dades de la UPF.

Grup (8):

En aquest cas es tracta més d'un conflicte entre el que s'esperava obtenir, doncs Saboredó i UPF havien assegurat que aquest pou feia temps que estava apagat, mentre que els cabalímetres han seguit enregistrant dades de cabals. En aquest cas s'ha mantingut el mateix criteri i s'han agafat les dades dels cabalímetres, ja que cap de les dues fonts han sapigut dir des de quan aquestes bombes s'han espatllat.

Grup (9):

Aquests pous no han disposat de cap dada de cap font en cap moment durant aquesta sèrie de 14 anys. Per tant no s'ha pogut extrapolat de la mateixa forma en que s'ha fet en les dades del grup (1). En el cas del pou de Jaume 4 s'ha vist que feia temps que el pou estava espatllat, tant a les dades obtingudes com pel testimoni de la UPF i de Saboredó. Però cap dels dos ha sapigut dir des de quan ha sigut així i per tant es creu impossible de poder predir.

De la Figura 18 s'ha elaborat la Taula 3. Aquest s'ha obtingut a partir de veure que si es necessiten dades mensuals desde l'any 1996 fins al 2010, es necessiten llavors un total de 1980 dades, per tant s'han comptat el nombre de dades de cada grup. A partir d'aquesta taula s'ha elaborat de forma molt sencilla la Taula 4. Així és fàcil veure que tan sols s'ha pogut disposar de un 29% del total de dades necessàries, cosa que justifica la decepció que es comentava al inici del apartat.

Tipus de dades segons llegenda de	Nombre de dades	% que representa
(1)	1000	50.5
(2)	384	19.4
(3)	66	3.3
(4)	6	0.3
(5)	154	7.8
(6)	36	1.8
(7)	21	1.1
(8)	21	1.1
(9)	292	14.7
TOTAL	1980	100.0

Taula 3: Representació en valors de la distribució dels tipus de dades d'extracció dels pous de la UPF, segons s'ha definit a la Figura 18.

Grups de dades que en formen part (definit a la Figura 18)		%
Dades finalment extrapolades	(1), (3), (4), (7), (8)	56.3
Dades acceptades	(2), (5), (6)	29.0
Sense dades	(9)	14.7

Taula 4: Taula resum, obtinguda a partir de la Taula 3.

Al annex es troba la mateixa taula de la Figura 18 amb els valors dels volums mensuals extrets per a cada pou en cada data.

Capítol 3:

Estructura del model hidrogeològic

7. Introducció

La feina de modelar numèricament un sistema suposa expressar el model conceptual en termes de paràmetres susceptibles de ser manejats per un programa d'ordinador. Això significa que aquí s'exposarà de quina manera les dades hidrogeològiques i el model conceptual que han estat introduïdes en el model numèric.

L'objectiu és explicar perquè determinades variables han estat tractades de determinada manera, de quina forma s'han simulat els mecanismes de flux del sistema en general, quines simplificacions han hagut de realitzar-se, quines condicions de contorn s'han adoptat, quina ha estat l'estratègia de calibració i finalment a quins resultats s'ha arribat. Per a això resultarà imprescindible tractar a grans trets la filosofia del problema invers, de la calibració automàtica i per suposat, del programa utilitzat, VISUALTRANSIN.

8. Metodologia

8.1. El procés de Modelació

Ja s'ha dit que un model numèric és el reflex del model conceptual, i que la seva semblança a la realitat està acotada per la mesura en que el model conceptual estigui més o menys propera a la mateixa.

El programa VISUALTRANSIN resol el problema invers utilitzant calibració automàtica. Per a la resolució de l'equació de flux aplica el mètode dels elements finits, lo que porta a la necessitat d'efectuar una discretització espacial del domini. El problema que afronta el present treball es resoldrà en règim transitori, pel que tindrà rellevància també la discretització temporal.

A més és necessari dir que l'anàlisi crític dels resultats del model condueix freqüentment a replantejar característiques més o menys extretes del model conceptual, generant-se un mecanisme iteratiu que comporta la millora del model, si l'examen de resultats és vertaderament objectiu.

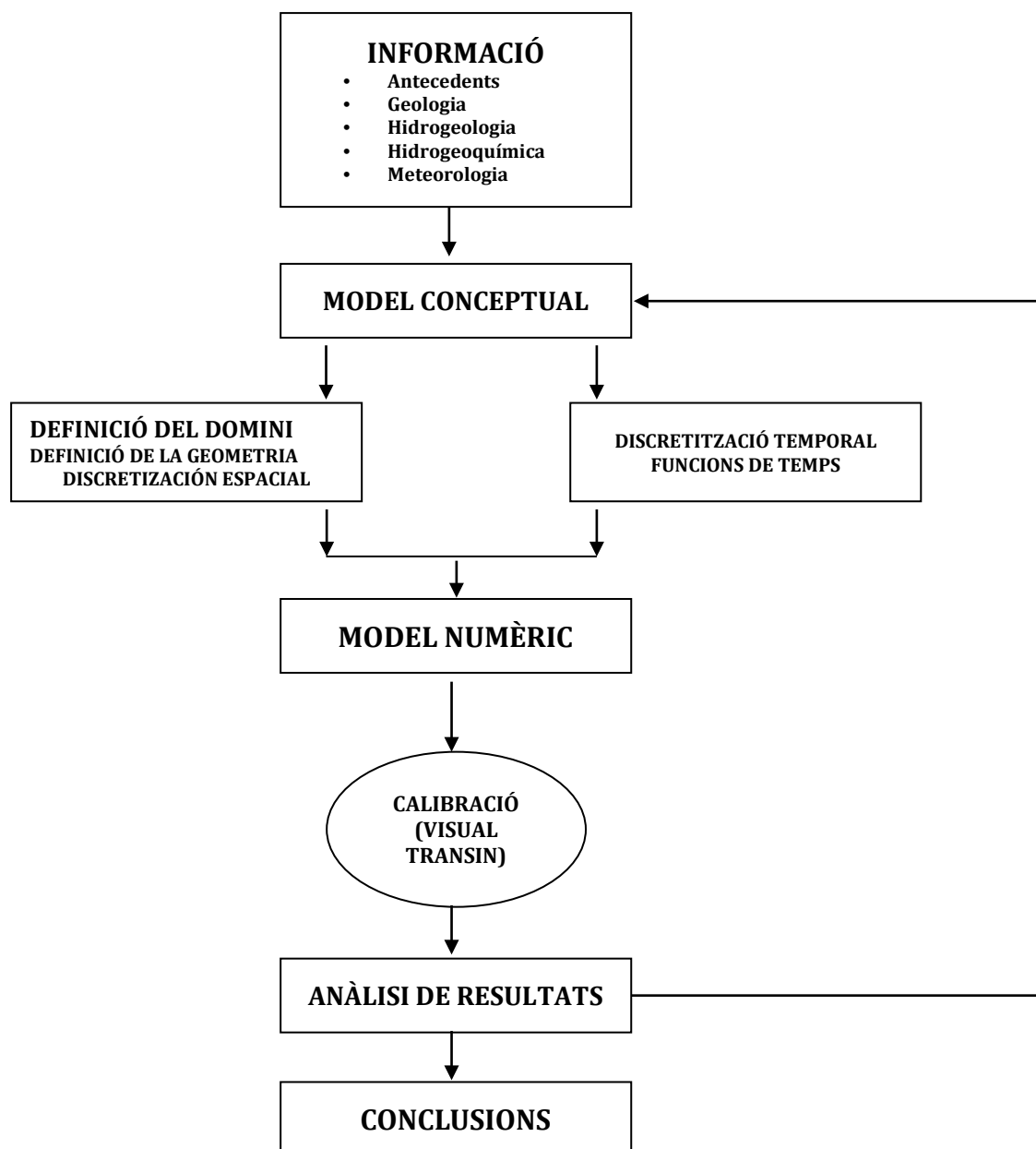


Figura 28: Diagrama del procés de modelació

8.2. VISUAL TRANSIN: El problema invers i la calibració automàtica

El problema invers consisteix en l'estimació dels paràmetres del model a partir de mesures de les respostes del sistema i de la informació prèvia de dits paràmetres convenientment ponderada. En el nostre cas aquestes mesures de la resposta del sistema són les històries de nivells (hidrogrames) i concentracions dels pous distribuïts en el domini de la zona a modelar, mesures que s'utilitzen en el procés de calibració, això és, en el procés de trobar els paràmetres del model pels que la diferència entre concentracions i nivells calculats i mesures sigui òptima.

Per a definir què significa una relació òptima entre valors mesurats i calculats generalment s'utilitza el concepte de diferència o error. La manera més usual d'expressar aquesta diferència és la definició d'una funció de distància entre el valor mesurat z^* i el valor calculat z . El mètode utilitzat pel programa VISUALTRANSIN és el de Màxima Verosimilitut, que consisteix en maximitzar la probabilitat d'observar les dades mesurades amb respecte als paràmetres, això és, es maximitza la verosimilitut dels paràmetres. Aquest mètode ha estat utilitzat amb èxit en l'estimació de paràmetres de flux (Carrera, 1984) i transport (Medina i Carrera, 1995)

Sigui

$$F_h = (h - h^*)^t \cdot V_h^{-1} \cdot (h - h^*) \quad (3)$$

on h i h^* són respectivament els nivells calculats i els mesurats, i a més

$$F_i = (p_i - p_i^*)^t \cdot V_i^{-1} \cdot (p_i - p_i^*) \quad (4)$$

en la que p_i i p_i^* són respectivament els i -ésims paràmetres calculats i mesurats, aleshores definim a la funció objectiu

$$J = F_h + \sum (\lambda_i \cdot F_i) \quad (5)$$

VISUALTRANSIN minimitza la funció objectiu J amb respecte als paràmetres del model, que representen les propietats de l'aquífer. F_h i F_i són les contribucions dels nivells i dels paràmetres a la funció objectiu, mentre que λ_i és el factor de pes de la funció objectiu dels paràmetres de tipus i .

8.3. Parametrització

Al context del programa, els paràmetres físics del model conceptual són introduïts com funció d'un conjunt finit de paràmetres del model (paràmetres de zona). El paràmetre físic P_i , que en general es considera variable a l'espai i el temps, s'expressa com:

$$P_i(x, t) = P_z \cdot f_e(x) \cdot f_z(t) \quad (6)$$

considerant-se:

P_z , paràmetre de zona

$f_e(x)$, coeficient d'element (o de nus)

$f_z(t)$, funció de temps

En el cas més general, considerant no linealitat (el paràmetre en sí depèn de la variable d'estat h), es té

$$P_i(x, t) = Pz \cdot fe(x) \cdot fz(t) \cdot fNL(h(x, t)) \quad (7)$$

on $fNL(h(x, t))$ és la funció no lineal definida per al paràmetre en qüestió.

En quant a fe és el coeficient de nus o element segons que el paràmetre estigui associat a un u un altre ens geomètric. Aquest coeficient serveix per a introduir la variabilitat espacial, suposadament coneguda, dins la zona. L'exemple més directe serien les cotes dels rius (introduïdes com a coeficients de nus) o la variació de l'espessor saturat (introduïdes com coeficient d'element).

El paràmetre de zona és el paràmetre que el programa calibra, i està associat en general a formacions geològiques, usos del sòl, etc. En quan a la funció de temps, el seu ús més comú es troba relacionat amb la recàrrega, encara que al model que aquí es descriu s'han utilitzat funcions de temps per a altres paràmetres, com es veurà més endavant.

9. Límits del model i condicions de contorn

A continuació s'explicarà la geometria del model i les condicions que s'han aplicat al programa per a representar l'escenari real.

9.1. Domini espacial i temporal del model

La geometria del model correspon a l'adaptació de la zona d'estudi a altres models anteriors, donat que gràcies a experiències anteriors es pot donar paràmetres i condicions més certeres, per a ajudar al procés de calibració. Així doncs la geometria del model introduït és el que s'observa a la Figura 29. El polígon 10 és el presentat anteriorment a l'apartat 6.2, a la Figura 10a. Així doncs es poden veure situats els polígons: el 10 correspon a la zona de terra, amb el seu límit inferior representant la línia de costa. La resta de polígons (9-1) es situen al mar.

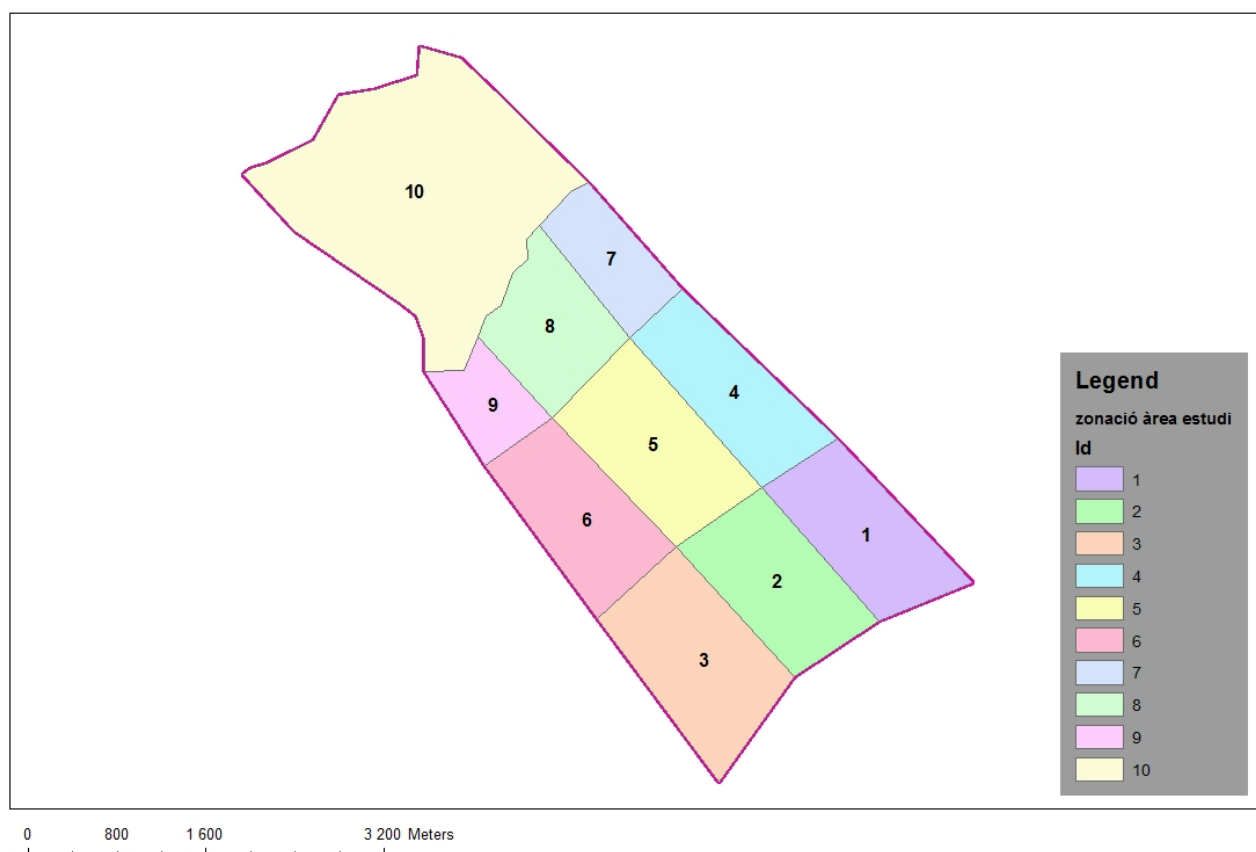


Figura 29: Zonació de tota l'àrea que es simula al model. Els números corresponen al identificatiu (Id) de cada àrea.

Aquesta geometria es repetirà per a les diferents capes i elements unidimensionals que s'han de col·locar entre les capes transmissives que es modelen. S'han afegit dues capes 1D per a separar les capes E i DE que s'ha anomenat E-DE i entre les capes C2 i C1, que s'ha anomenat C1-2. A la Figura 30 es mostra un esquema de les diferents capes i elements 1D amb que treballa el model. Com es pot veure serà un model multicapa de sis capes.

Capas transmissives

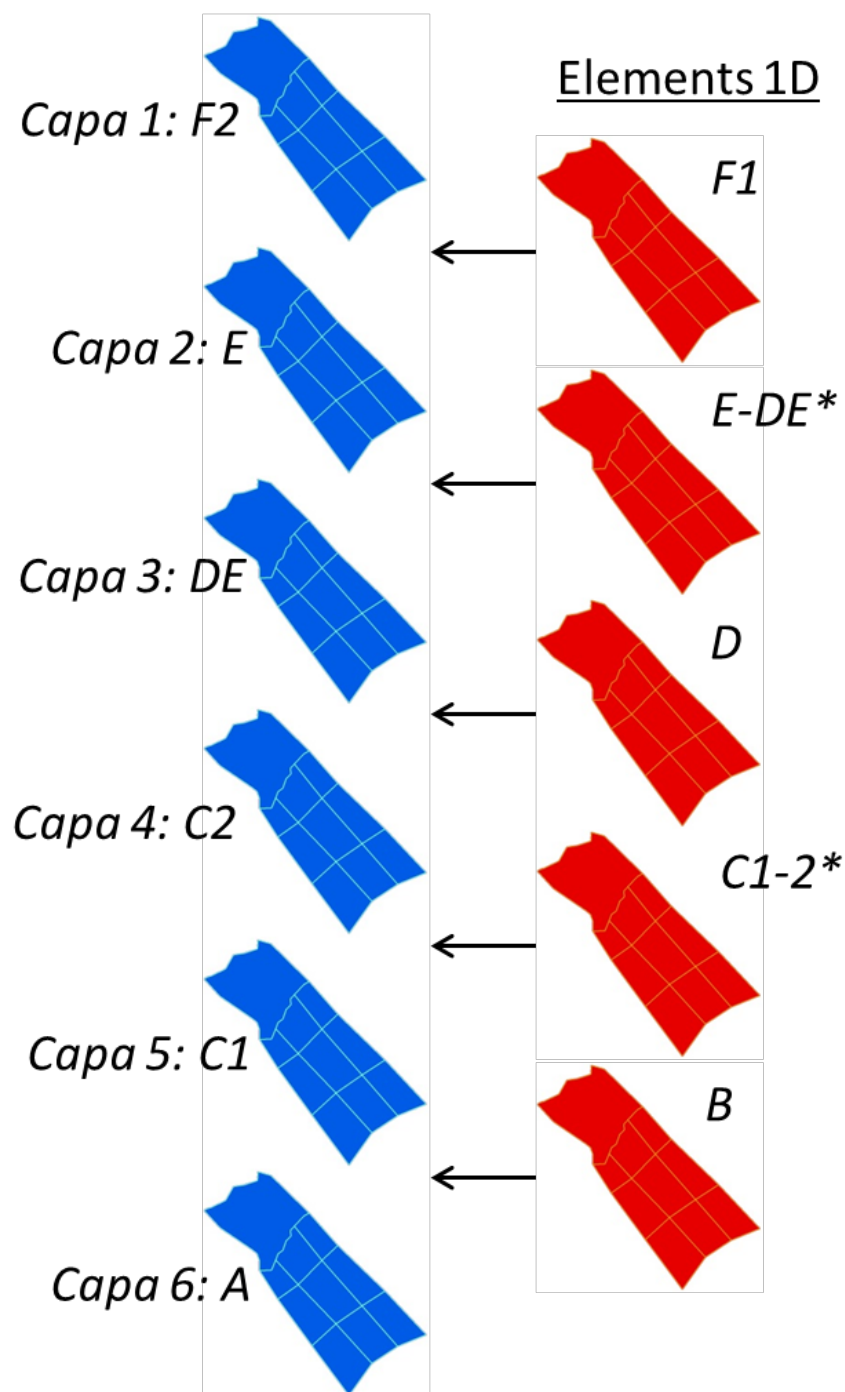


Figura 30: esquema conceptual sobre els diferents elements del model (capes i elements 1D) en referència a les unitats definides en el model geològic. Les marcades per (*) corresponen aquelles que han sigut afegides només per simular correctament l'escenari.

En relació al domini temporal s'estableixen dos; 1) per a la calibració del model, 2) per a la observació dels fenòmens durant tot el temps de funcionament de les bombes de la UPF:

En 1) les dates són les mateixes que l'assaig de bombament (apartat 13) amb les dades preses en intervals de cinc minuts per als nivells i per als cabals puntuals mesures preses de forma més puntual i per tant amb intervals més variats, però que van del ordre de minuts.

En 2) depen de cada tipus de dada. En tots els casos ja s'ha explicat en el apartat 6.4 per a la piezometria, en el 6.5 per a les mesures de conductivitat i en el 6.6 per a les d'extraccions. En tots els casos ja s'ha descrit la freqüència i la data d'inici de les mesures.

Les condicions de contorn corresponents als límits del model són aquelles que permeten assignar les condicions físiques reals o suposades als límits del model. Normalment es poden diferenciar condicions de nivell fix, allà on el nivell piezomètric i les seves possibles variacions són suficientment ben conegudes, i les de cabal fix quan és el flux el que es pot arribar a quantificar. En tot cas, convé considerar també les condicions mixtes (goteig) en les que es fixa una relació lineal entre el nivell a l'aquífer i el flux que travessa el contorn.

9.1.1. Nivell fix

La única condició de nivell fix s'ha donat a tota la àrea dels polígons 1 fins al 9 de la capa 1 corresponent a la unitat F2. El nivell preescrit H és de +3 metres.

9.1.2. Goteig

És la condició que representa la interacció de l'aquífer amb rieres, riu Besòs, obres lineals, descàrregues/entrades al Mar o d'altres aquífers. Tant els rius com les possibles línies de drenatge de caràcter lineal (canals, obres lineals subterrànies) tenen un tractament propi a causa de la influència que aquest tipus d'elements tenen en el comportament hidrogeològic del sistema. En aquestes situacions les entrades o sortides d'aigua a l'aquífer són funció de la diferència de nivells entre l'element i l'aquífer, de manera que es poden escriure com:

$$q = \alpha(h - H)$$

on q és el cabal per unitat de longitud tant de sortida ($q < 0$) com d'entrada ($q > 0$) a l'aquífer, H és la cota de la làmina lliure d'aigua en superfície, α és el coeficient de goteig, h és el nivell piezomètric a l'aquífer. Un valor alt de α suposa una bona connexió hidràulica (h pròxim a H).

Per a aplicar aquesta condició (condició mixta) és necessari definir quina és la cota del riu, canal o obra lineal (H) en cada nus de la malla en que s'aplica aquesta condició i un paràmetre de zona per a α que serà el que calibrarà el model, els valors previs calculats aplicats al model es poden veure a l'apartat de Resultats de la Calibració.

Un punt a destacar és el tractament que se li ha donat a la interacció dels aquífers amb el mar. Aquesta relació ha estat tractada mitjançant l'aplicació d'una condició mixta. Aquesta condició permetrà simular la relació entre els nivells de l'aquífer i el mar i els fluxos resultants, ja que quan el nivell a l'aquífer sigui superior al del mar es produirà descàrrega de l'aquífer al mar (condicions naturals), i el contrari passarà en condicions afectades per bombaments, cas en el que es produirà inversió del flux. En aquest cas, q és el cabal per unitat de superfície i α és k/L , sent k la conductivitat vertical mitja i L el seu espessor.

Finalment s'han definit tres tipus de condició que s'aplica de la forma descrita a la Taula 5 en els zones senyalades a la Figura 31.

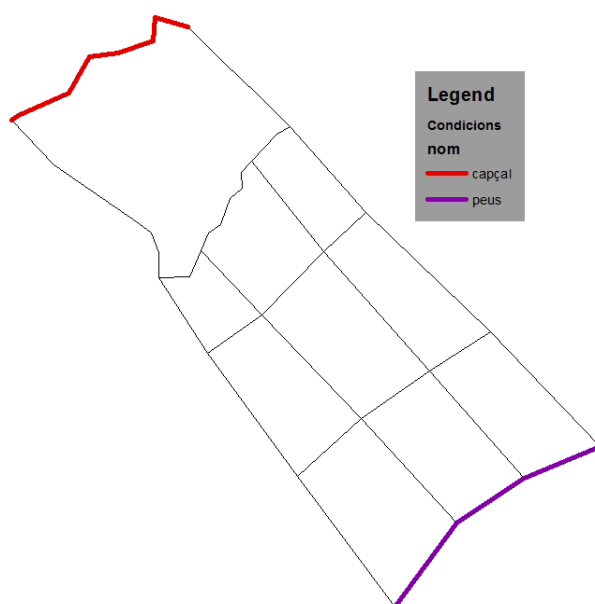


Figura 31: esquema de situació i nom assignat a cada zona on s'aplicaran les condicions de contorn de goteig, escoxades a la Taula 5.

Capa del model	Unitat geològica referida	Nivell H al Capçal (metres)	α	Nivell H als Peus (metres)	α
Capa 1	F2	+4	10^6	-	-
Capa 2	E	+4	10^6	-	-
Capa 3	DE	+4	10^6	-	-
Capa 4	C2	+4	10^6	+2.4	10^6
Capa 5	C1	+4	10^6	+2.4	10^6
Capa 6	A	+4	10^6	+3.5	10^6

Taula 5: descripció dels valors imposats a les condicions de contorn

9.1.3. Cabal fix

S'ha imposat el règim de cabals que s'ha obtingut al assaig de bombament (apartat 13).

A les següents figures es troben les funcions de temps introduïdes. Aquestes funcions, que varien entre 0 i 1, es multiplenen pel cabal màxim enregistrat que és tracta de 3000 m³/dia en el ca de Jaume 5, 1440 m³/dia per Llúria 3, 528 m³/dia per Llúria 5, 192 m³/dia Llúria 6.

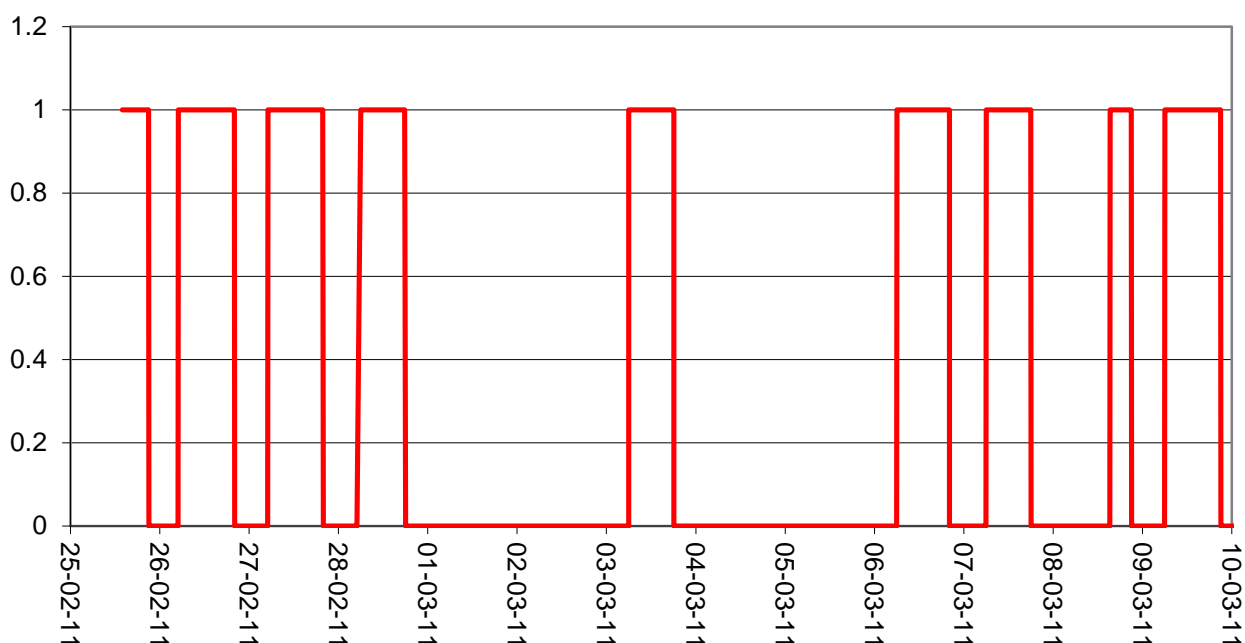


Figura 32: Llúria 5, règim d'encesa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).



Figura 33: Lluïa 3, juntament amb el règim d'encessa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).

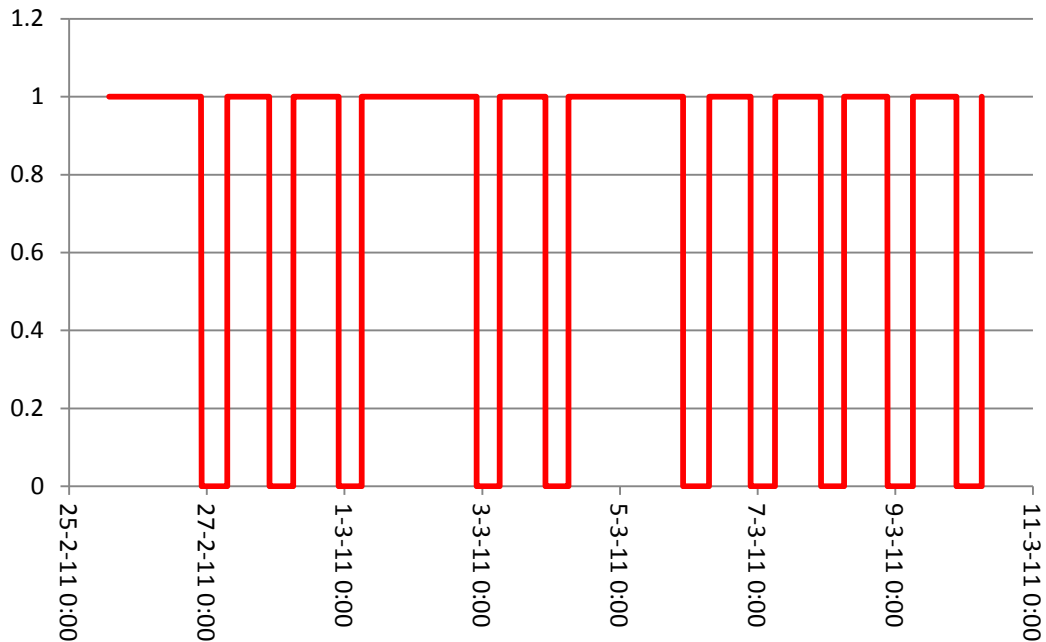


Figura 34: Jaume 5, règim d'encessa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).



Figura 35: Valors puntuals del cabal extret per la bomba del pou Lluria 6, juntament amb el règim d'encesa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).

10. Paràmetres zonals

A cada zona descrita a la Figura 29 de cada capa se l'ha de assignar un valor per a la transmissivitat o la permeabilitat i un valor per al coeficient de emmagatzematge.

La transmissivitat s'ha tractat al model com constant per zones. Tot i que es conegut que T és molt variable, fins i tot en zones amb un aspecte homogeni. Aquest tractament permet reproduir els trets més significatius de la piezometria a partir d'uns paràmetres representatius de cada zona.

10.1.1. Tractament del coeficient d'emmagatzematge

El valor d'aquest coeficient introduït al model per a cada capa es pot veure a la Taula 6.

Capa	Coefficient emmagatzematge inicial
F2	0.0001
F1	0.0001
E	0.00001
DE	0.00001
D	0.0001
C2	0.00001
C1	0.00001
B	0.0001
A	0.00001

Taula 6: Taula de valors de coeficient d'emmagatzematge introduïts al model.

10.1.2. Tractament de la transmisivitat/ permeabilitat

Així doncs s'han definit 22 zones transmissives. A la zona 10 (segons nomenclatura definida al apartat 9.1) s'ha obtingut un "shape" de punts amb l'espessor de cada capa, tal i com s'ha explicat al apartat del model geològic (apartat 6.2), que s'ha exportat al model. La conductivitat hidràulica per aquestes àrees s'ha obtingut de la forma en que es descrivia al apartat 6.3. En el cas de la resta de les àrees (de la 1 a la 9) l'assignació de transmisivitat ha sigut a partir de experiències i estudis anteriors (UPC-CSIC, 2009).

A la Figura 36 es representen les diverses zones de transmissivitat per a cada cap del model. En el cas de la Figura 37 és per als elements 1D.

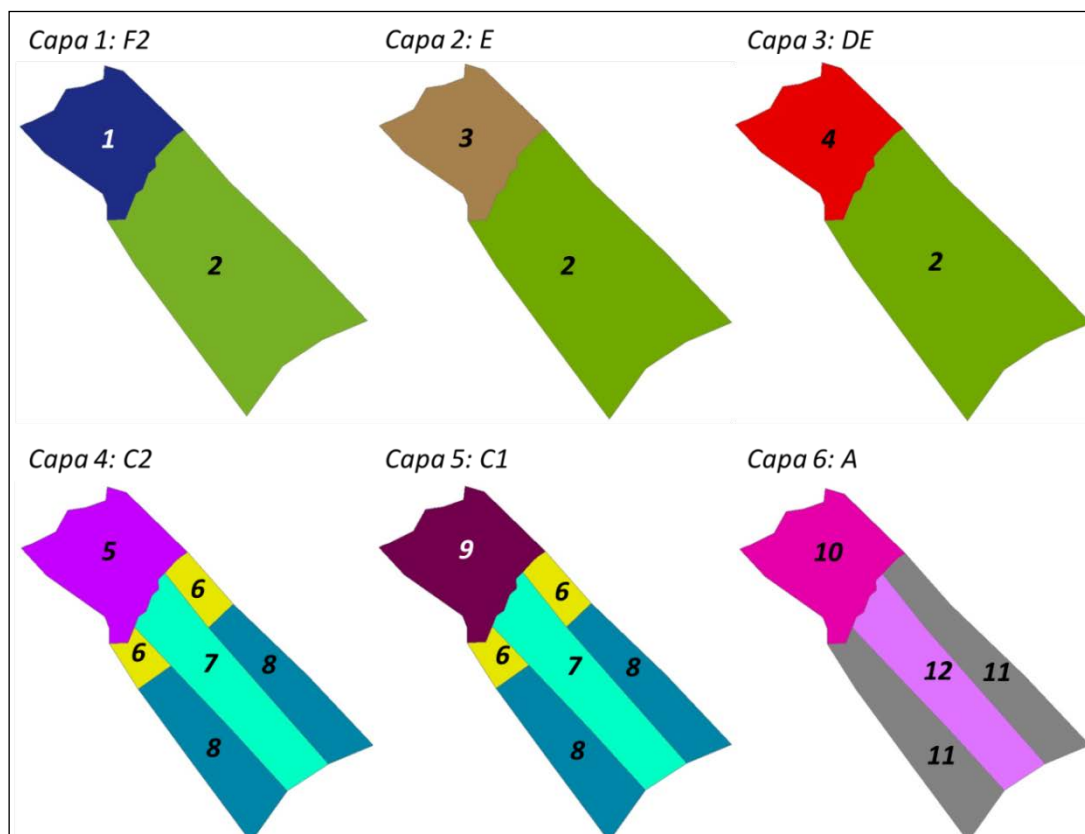


Figura 36: distribució de les diferents zones de transmissivitat per a cada capa del model.

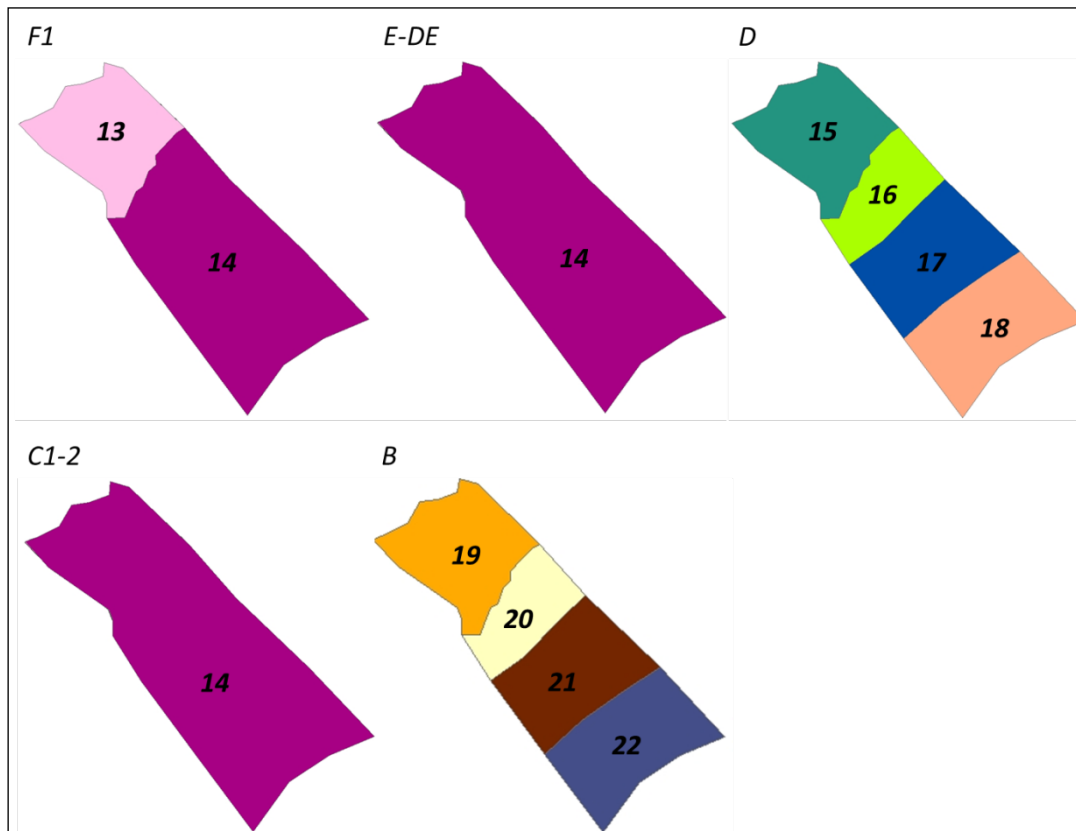


Figura 37: distribució de les diferents zones de transmissivitat per a cada element unidimensional del model.

A la Taula 7 es troben els valors de conductivitat hidràulica (horitzontal en els elements transmissius del model i la vertical en els unidimensionals) i l'espessor. Es podrà comprobar com en alguns casos la conductivitat porta associat una desviació, corresponent a la desviació típica que s'ha calculat a partir dels diferents valors distribuïts a la superfície que s'han obtingut en el procés explicat al apartat 6.3. L'espessor en aquests casos és variable a la superfície i s'ha obtingut en el procés explicat al apartat 6.2. A la resta dels casos són valors assignats per experiències en models anteriors (UPC-CSIC, 2009).

Zona	Espessor (m)	Conductivitat hidràulica horitzontal (m/dia)	Conductivitat hidràulica vertical (m/dia)
1	Figura 12	20±15	-
2	1	1000000	-
3	Figura 12	25±10	-
4	Figura 11	1±0.9	-
5	Figura 11	30±20	-
6	1	350	-
7	1	1500	-
8	1	225	-
9	Figura 11	5±4	-
10	Figura 11	30±20	-
11	1	78	-
12	1	2000	-
13	Figura 12	-	0.05±0.04
14	0.1	-	100
15	Figura 11	-	0.1±0.08
16	7	-	0.00001
17	5	-	0.00001
18	2	-	0.00001
19	Figura 11	-	0.1 ±0.08
20	20	-	0.00001
21	23	-	0.00001
22	26	-	0.00001

Taula 7: Valors assignats de conductivitat hidràulica per a cada zona de cada capa i element unidimensional

11. Discretització temporal

Per a la modelació del assaig de bombament s'han discretitzat nou dies cada cinc minuts.

12. Discretització espacial

A les següents figures es pot veure que el mallat varia en funció de la distància als pous de observació, de manera que a mesura que s'apropa la discretització és més acurada (Figura 38). La discretització augmenta encara més al tocar els pous que han estat en funcionament durant l'assaig (Figura 39).

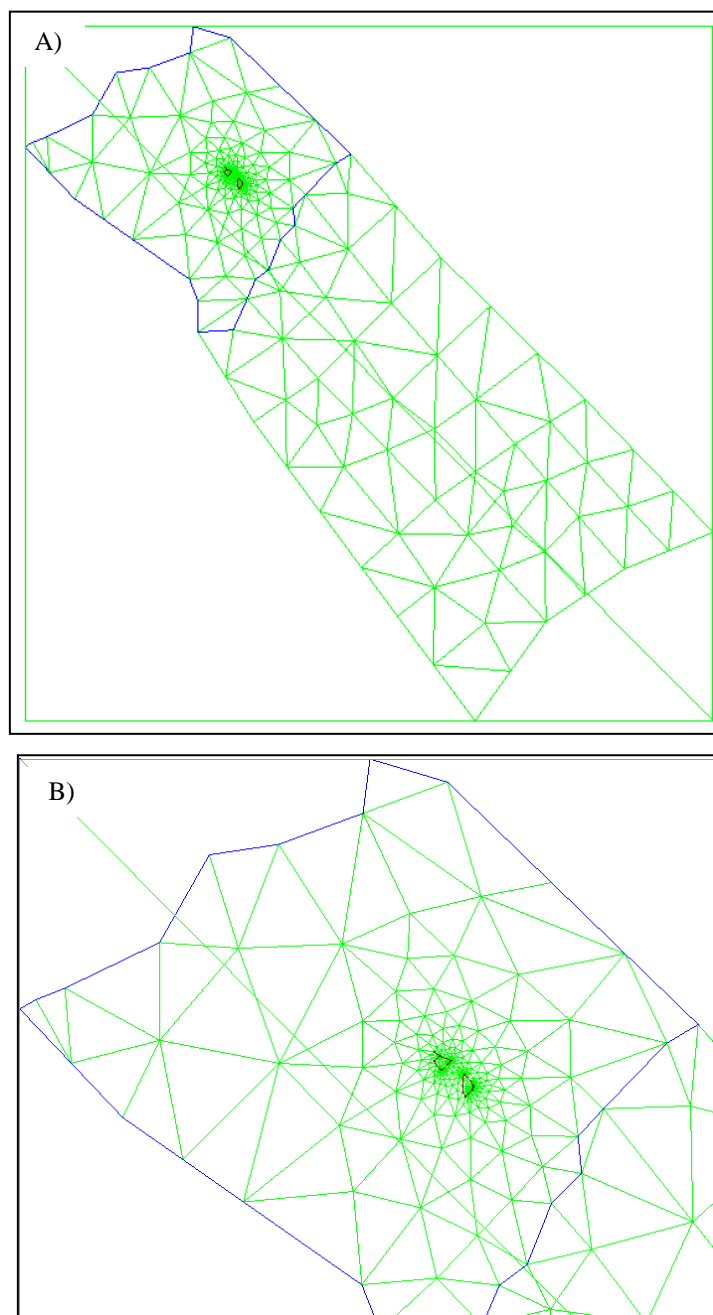


Figura 38: Mallat de tota la geometria del model. A) figura completa de tota la geometria, B) Zoom a la zona 10 del model, on es troben els pous.

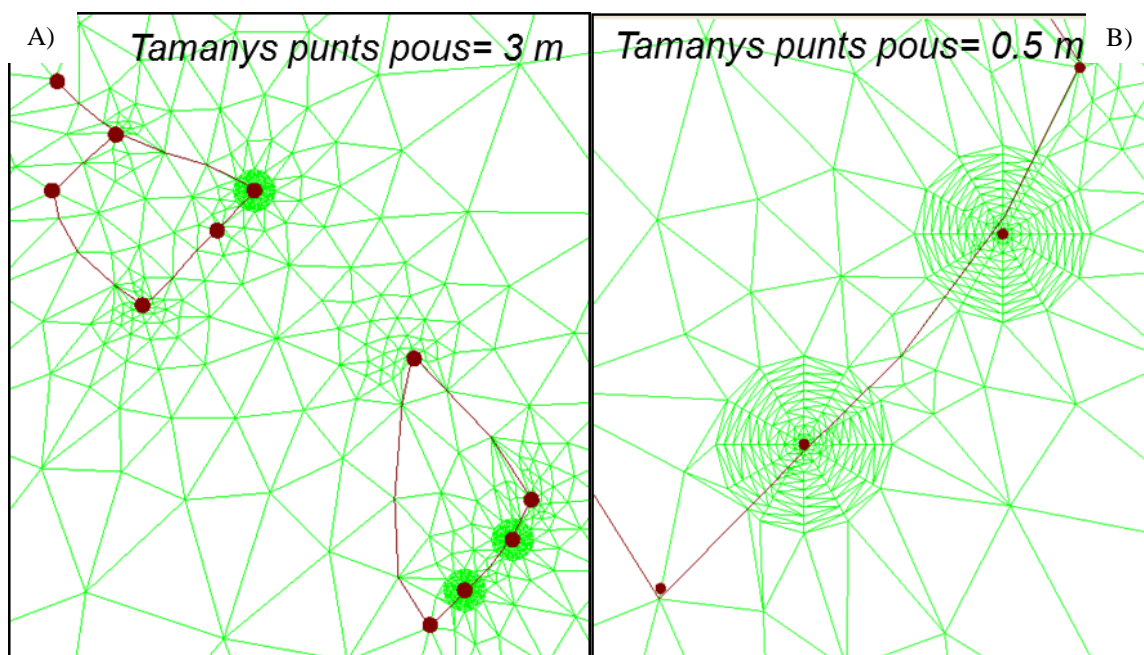


Figura 39: Detall del mallat a la zona propera als pous de la UPF. A) Representació en zoom de tots els pous, B) representació molt en detall dels pous de Llúria 5 i 6, on es comproba el grau de discretització.

Capítol 4:

Modelació dels aquífers

13. Assaig de bombament

Es va convindre amb la mateixa UPF de coordinar la encesa i parada de les bombes del propi sistema de forma que és pogués veure la resposta del terreny en cada punt del àrea. Es van instal·lar divers en alguns pous des de principis de gener del any 2011 i més tard és va completar a la resta per al període específic que va durar l'assaig, que va ser des del dilluns 28 de Febrer de 2011 fins al següent diumenge 6 de Març de 2011.

El comentari a efectuar respecte a aquest tema és que finalment el funcionament de les bombes no va ser tal i com s'esperava i s'havia convingut. Tot i així ha sigut possible obtenir la informació necessària.

13.1. Mesures de cabal i descensos piezomètrics

Les mesures dels cabals estan extretes del registres propis de la universitat. Els seus pous ja tenen instal·lats els cabalímetres, que els hi permeten enregistrar de forma automàtica els valors dels cabals extrets. Per aquest treball s'han sol·licitat els registres en aquestes dates del assaig de forma més detallada que en els històrics del apartat 6.6.2.

La forma en que s'han mesurat els descensos ha sigut mitjançant la col·locació de divers en tots els pous del sistema, incloent aquells en que no funcionen les bombes de manera que actuen com a piezòmetres. També es va col·locar un baròmetre.

D'entre els pous suposadament operatius (Taula 1 del apartat 5.4) només han funcionat els pous Llúria 3, 5 i 6 i Jaume 5 durant els dies del assaig.

13.2. Cabals extrets

Així doncs només han extret cabal les bombes que s'anomenaven a la introducció del apartat. Es mostrarà ara els valors que han assolit cada un d'aquests.

En el cas del pou de Llúria 5 (Figura 40), es pot comprovar que els valors màxims de cabal extret són de uns 22.2 m³/hora que es donen quan la bomba funciona a ple rendiment.

El pou de Llúria 3 és un dels principals, ja que extreu del aquífer inferior un volum màxim de $60\text{m}^3/\text{hora}$ en el moment de funcionament (Figura 41), el cas però és que s'encén i s'apaga moltes vegades en un sol dia i per aquest motiu es veu aquesta variació dels cabals tant constant.

El pou de Jaume 5 és l'altre més important, també extraient del aquífer inferior. Els cabals màxims quan la bomba esta encesa són del voltant dels $115\text{m}^3/\text{hora}$, valors força més alts que el anterior Lluria 3. (Figura 42)

Per contrastar, el pou de Luria 6 és el de menys cabal, amb uns valors de $8\text{ m}^3/\text{hora}$ (Figura 43).

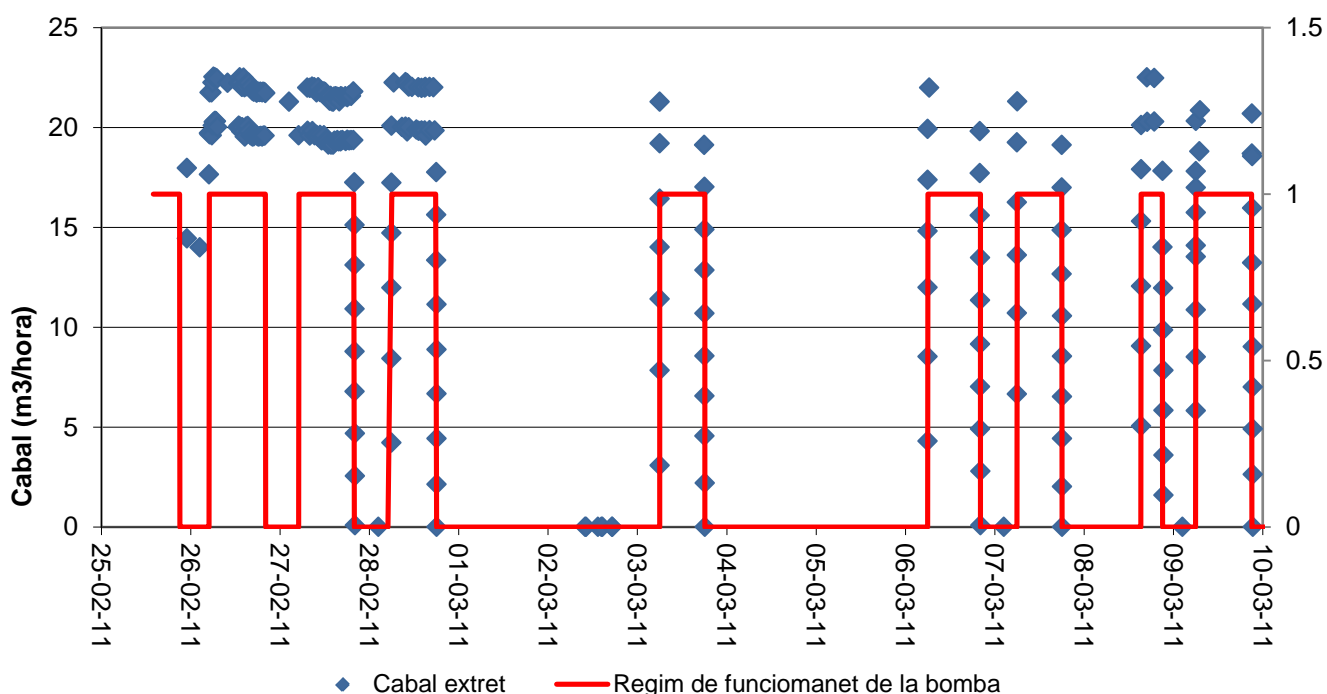


Figura 40: Valors puntuals del cabal extret per la bomba del pou Lluria 5, juntament amb el règim d'encensa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).

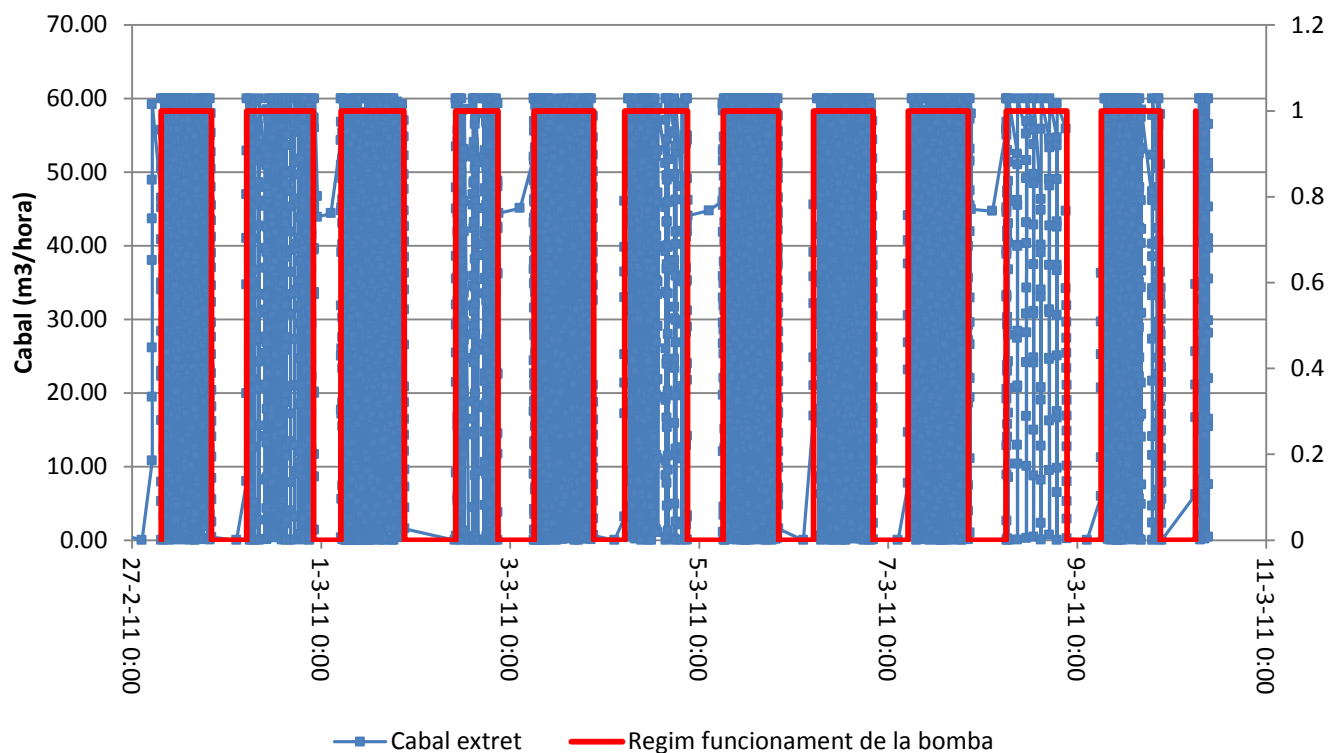


Figura 41: Valors puntuals del cabal extret per la bomba del pou Lluria 3, juntament amb el règim d'encesa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).

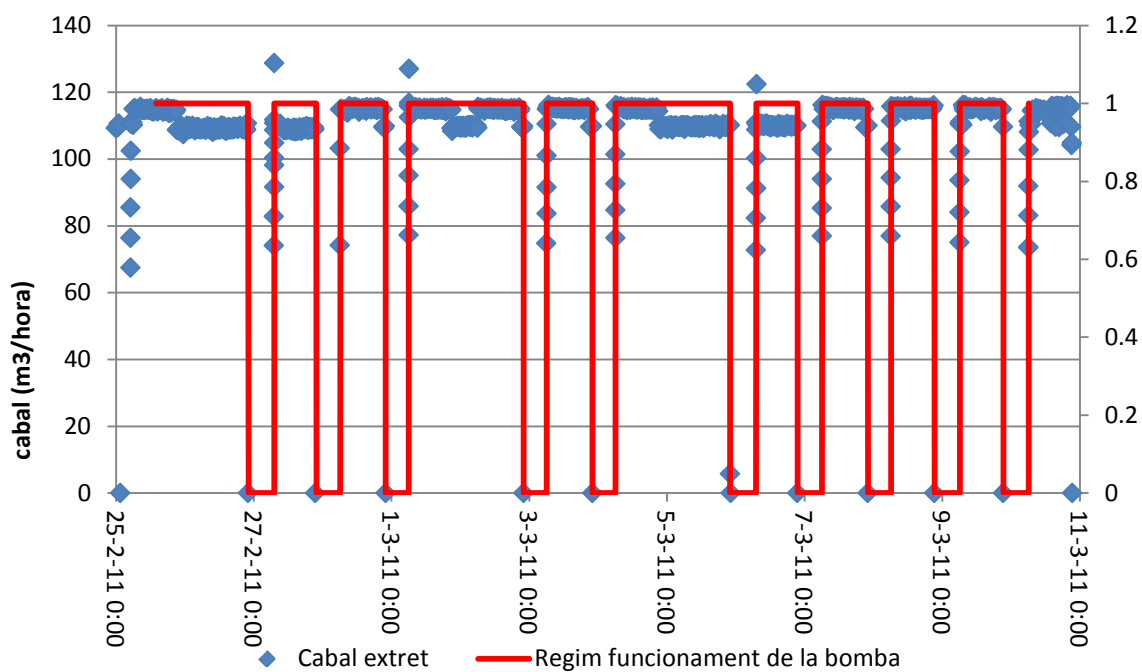


Figura 42: Valors puntuals del cabal extret per la bomba del pou Jaume 5, juntament amb el règim d'encesa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).

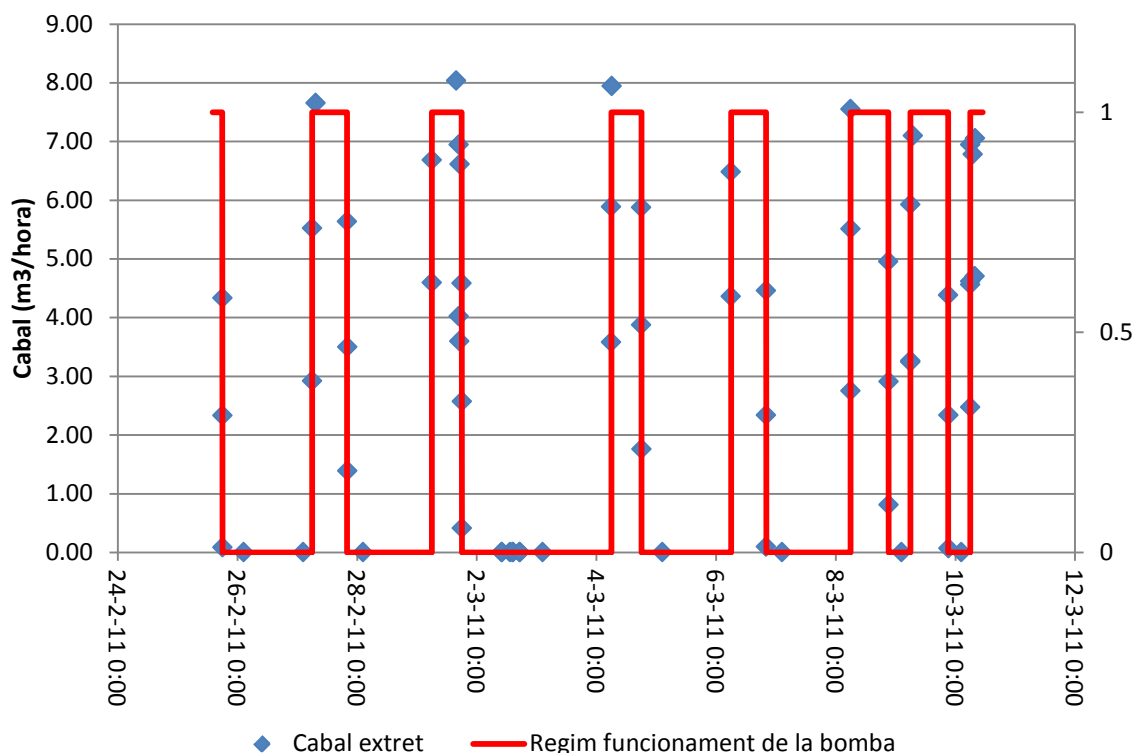


Figura 43: Valors puntuals del cabal extret per la bomba del pou Llúria 6, juntament amb el règim d'encesa i apagada de la bomba (1: arranca, 0: para).

13.3. Descensos mesurats als pous

Com es comentava anteriorment tots els pous van ser instrumentats amb divers, tots excepte Jaume 4, que no es va creure necessari per la seva ubicació, ja que queda a escassos metres del Jaume 6. Per errors de instal·lació d'aquests, alguns no es van poder recuperar i per tant es va perdre la informació. És el cas dels col·locats a Jaume 2 i Llària 3 i 5. En el cas d'aquest últim es reconstrueix l'efecte a partir de les mesures manuals.

En aquest punt s'analitzaran per cada un dels pous l'afectació en els nivells de la seva pròpia bomba o bé si hi ha influència de l'activitat de un altre pou.

Els pous de Jaume 1 i Jaume 3 és comporten de forma molt similar. Es veu marcat l'efecte per la bomba de Jaume 5, que tot i ser a l'aquífer inferior, les pressions d'aigua acaben transmeten-se al superior. Vagament es pot veure com també afecta el funcionament de la bomba de Llària 6. (Figura 44)

En el cas del pou de Jaume 5 la única influència és claramen la de la seva pròpia bomba. Tot i que els descensos són força important, éssent de -4 metres. (Figura 45)

El comportament dels pous de Jaume 6 i 7 és molt similar al cas del parell de Jaume 1 i 3. En aquest cas però els descensos són molt més marcats, sobretot en el cas de Jaume 6. Aquest resultat és lògic donat que aquest últim és situa tocant al pou Jaume 5. (Figura 46)

En el cas dels nivells de Llúria 1, és la bomba de Llúria 5 qui té més efecte, i en menor grau és la de Llúria 6. Resultat molt normal donat que encara que aquesta última estigui més aprop, també extreu menys cabal. De forma molt subtil es pot veure com també Llúria 3 es nota en el descens d'aquest pou. (Figura 47)

A Llúria 2 passa algo molt semblant, la única diferència amb Llúria 1 és que la bomba de Llúria 3 es nota algo més. (Figura 48)

Els nivells de Llúria 4 es veuen afectats sobretot per la bomba de Llúria 5. En menys mesura, però força visible, la bomba de Llúria 6. És lògic donat que la primera es troba més aprop que la segona. De forma molt subtil la bomba profunda de Llúria 3 modifica els nivells, amb descensos molt petits. (Figura 49)

En el cas de Llúria 6 es veu que els descensos provocats per la seva bomba són força més petits que en el cas del pou profund, en aquest cas són de 0.1 a 0.3 metres. Es pot apreciar, però que també hi ha una resposta al Llúria 5. (Figura 50)

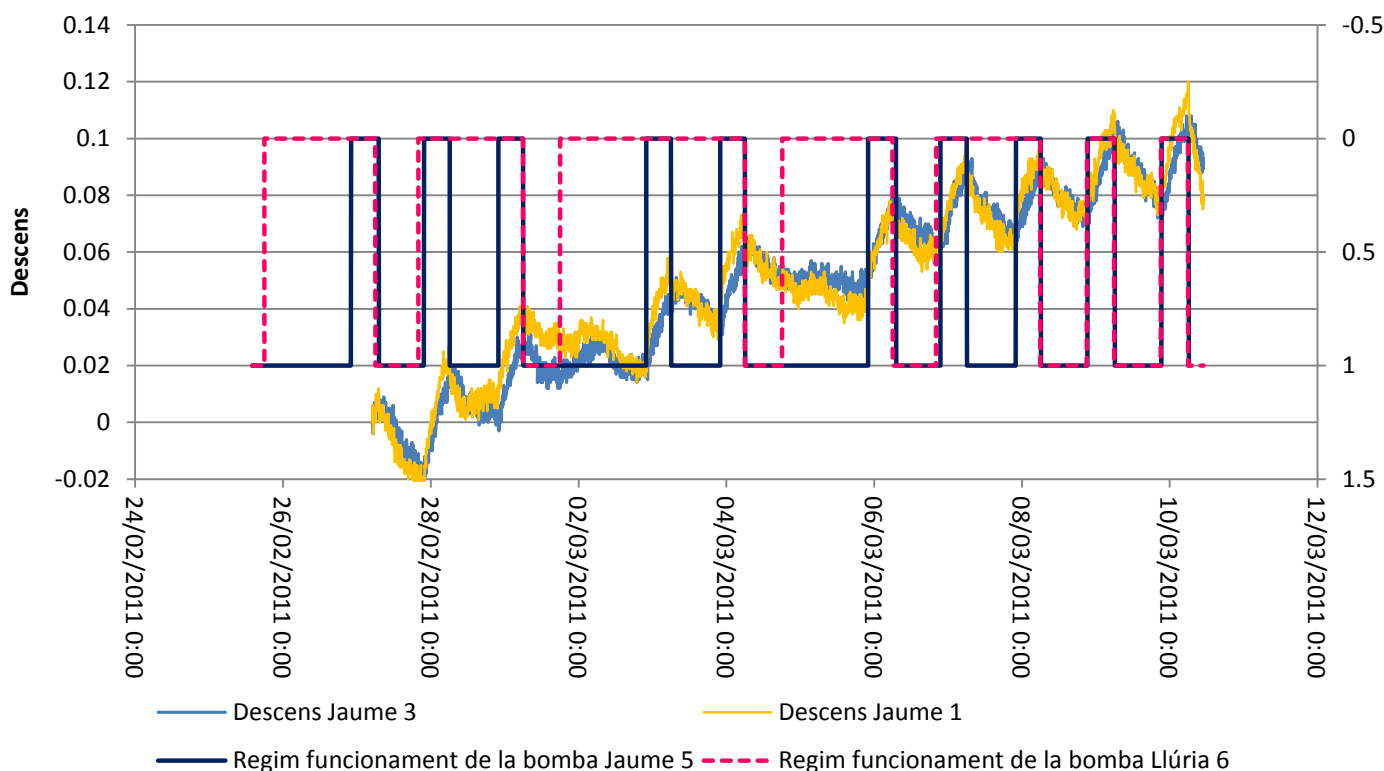


Figura 44: Descens dels nivells del pou de Jaume 1 i Jaume 3, afectats bàsicament per la bomba de Jaume 5 i lleugerament per la de Llúria 6.

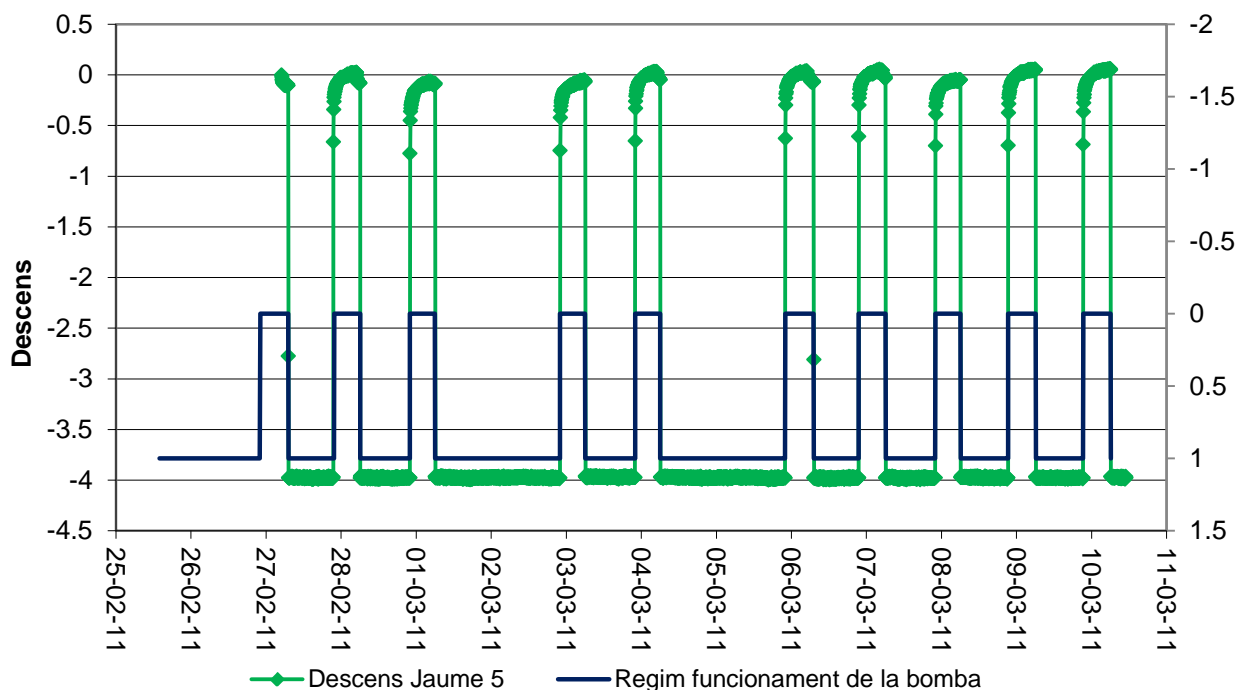


Figura 45: Descens dels nivells al pou Jaume 5.

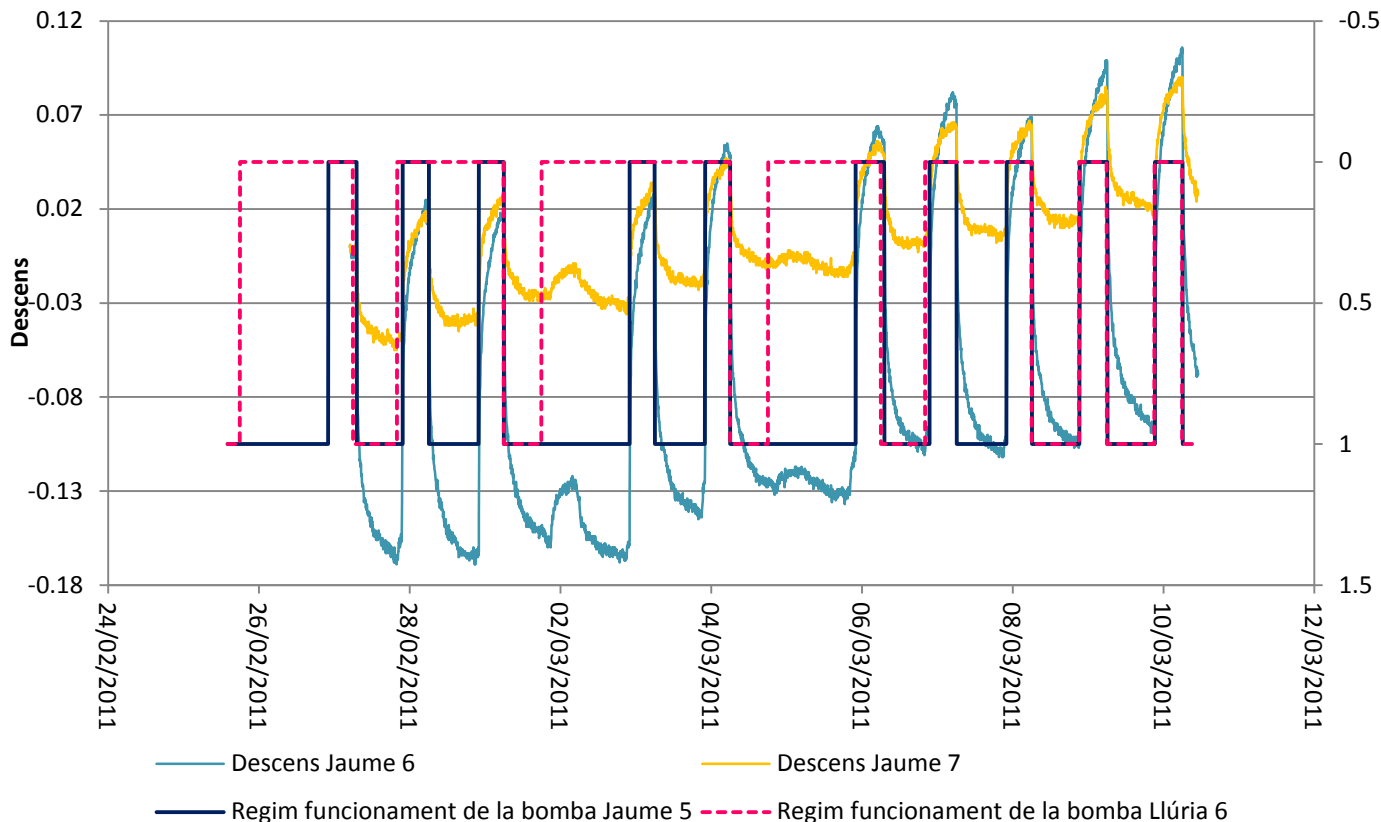


Figura 46: Descens dels nivells del pou de Jaume 6 i Jaume 7, afectats bàsicament per la bomba de Jaume 5 i lleugerament per la de Llúria 6.

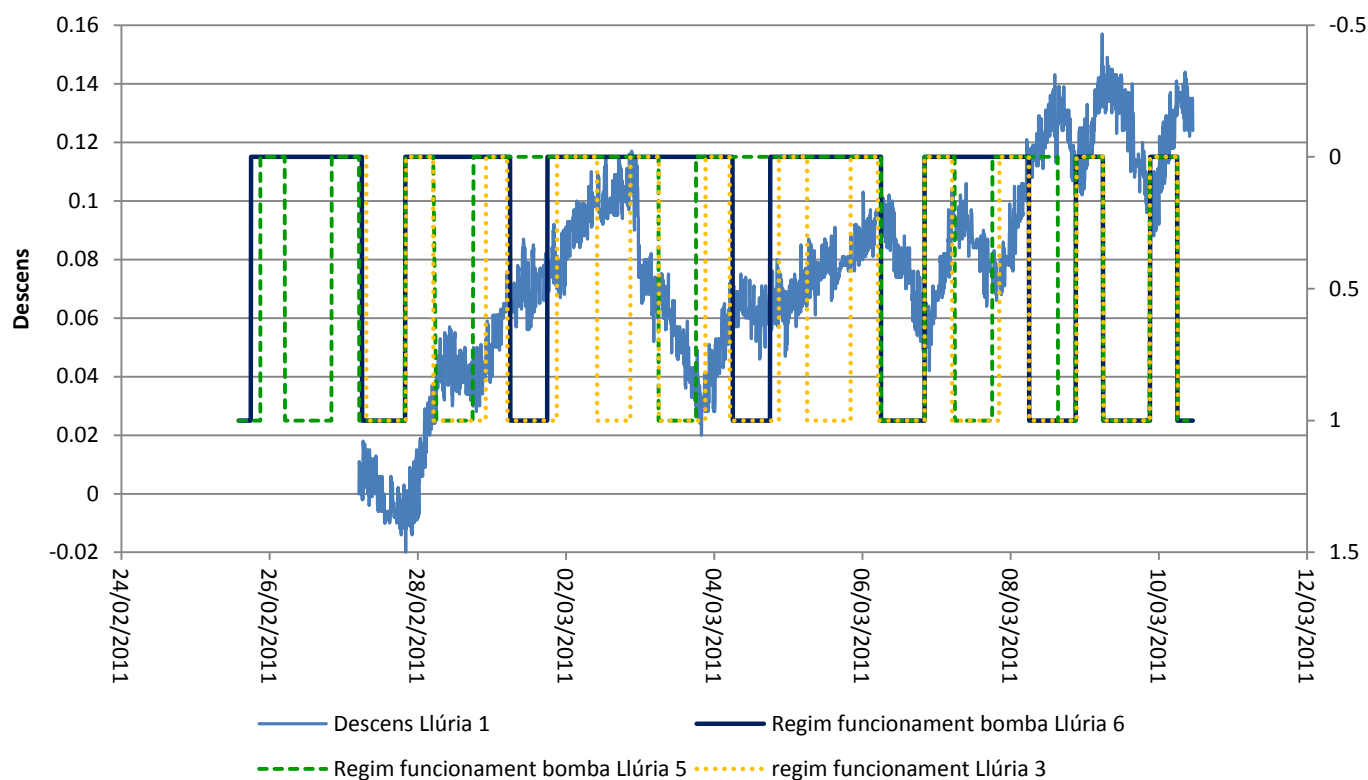


Figura 47: Descens dels nivells del pou de Llúria 1, afectat bàsicament per la bomba de Llúria 5 i menor grau per la de Llúria 6.

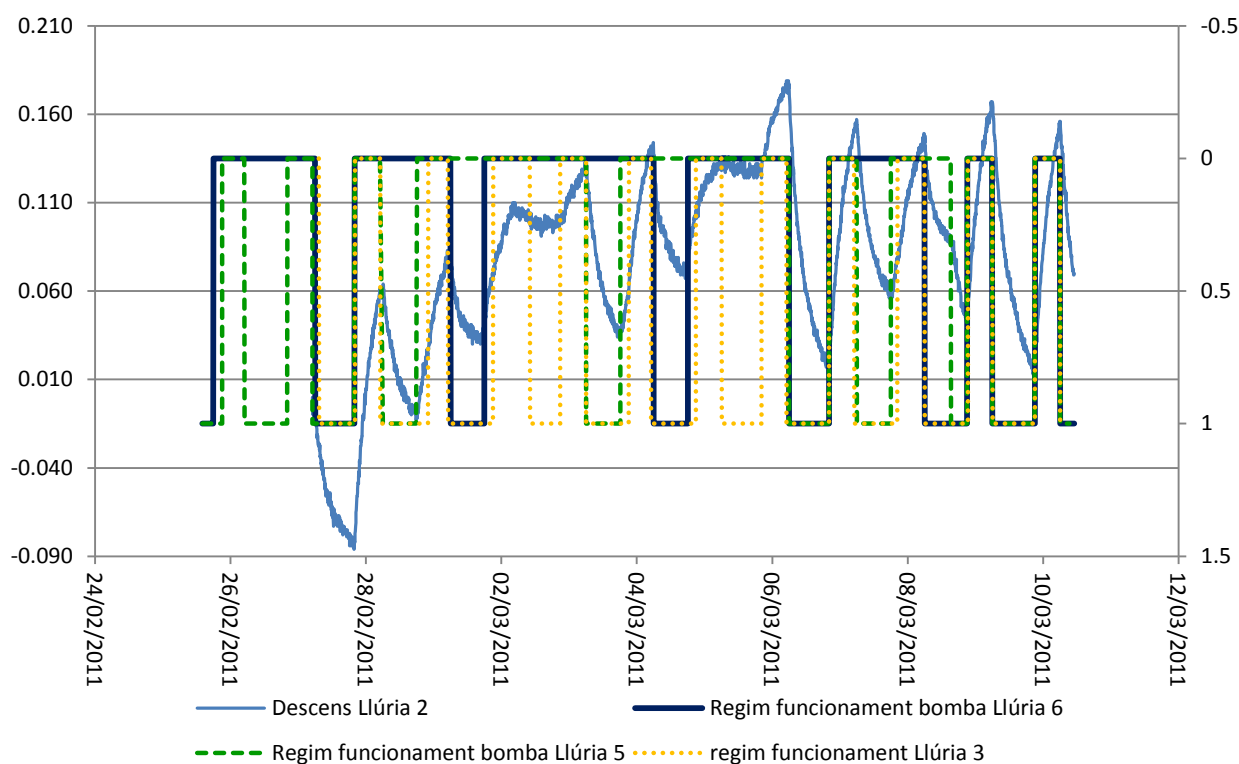


Figura 48: Descens dels nivells del pou de Llúria 2, afectat bàsicament per la bomba de Llúria 5 i menor grau per la de Llúria 6.

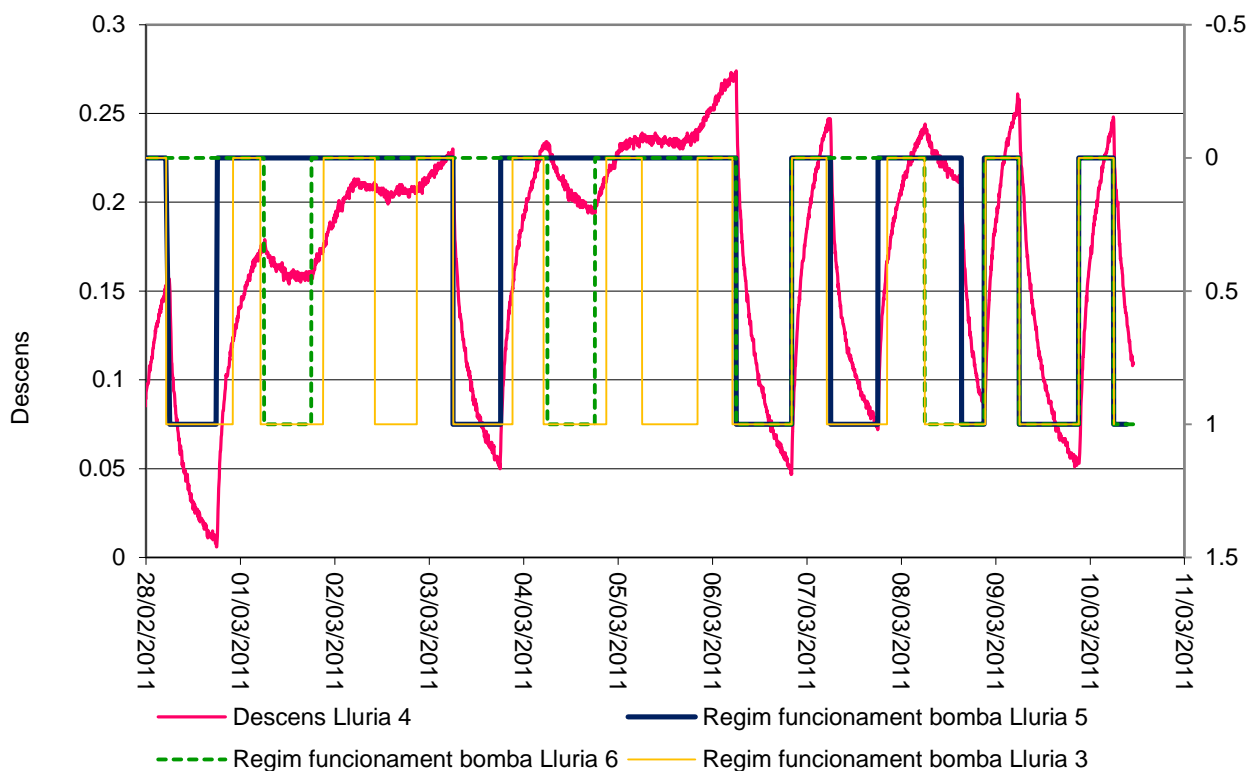


Figura 49: Descens dels nivells del pou de Llúria 4, afectat bàsicament per la bomba de Llúria 5, lleugerament per la de Llúria 6 i de forma subtil per la de Llúria 3.

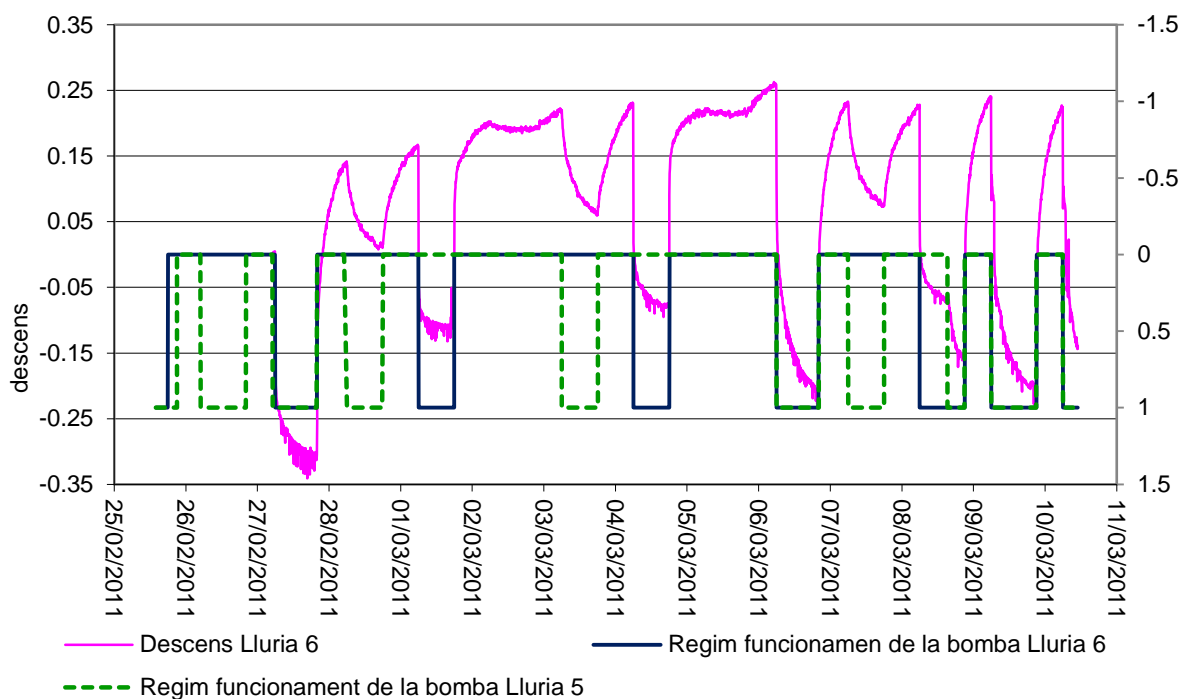


Figura 50: Descens del nivell al pou Llúria 6. Aquest es veu afectat per la seva bomba i la del pou Llúria 5.

14. Resultats de la calibració

A la Taula 8 es poden veure quins han estat finalment els valors de transmissivitat que han sigut modificats a la calibració i en la Taula 9 la de coeficients d'emmagatzematge.

Zona	Transmissivitat inicial	Transmissivitat calibrada
1	20	165
2	10000000	10000000
3	50	12.7
4	20	2500
5	90	137
6	75	75
7	1500	1500
8	225	225
9	20	20.5
10	31	31
11	2000	2000
12	78	78
13	3	0.52
14	100000	100000
15	0.1	0.0073
16	0.00007	0.00007
17	0.00005	0.00005
18	0.00002	0.00002
19	0.1	0.105
20	0.0002	0.0002
21	0.00023	0.00023
22	0.00026	0.00026

Taula 8: Valors comparats entre els introduïts al inici al model amb els finalment obtinguts a la calibració de les transmissivitats.

Capa	Coefficient emmagatzematge inicial	Coefficient emmagatzematge calibrat
F2	0.0001	0.00238
F1	0.0001	0.0385
E	0.00001	0.00000987
DE	0.00001	0.00000976
D	0.0001	0.00000983
C2	0.00001	0.00001
C1	0.00001	0.00001
B	0.0001	0.0000168
A	0.00001	0.00001

Taula 9: Valors comparats entre els introduïts al inici al model amb els finalment obtinguts a la calibració dels coeficients d'emmagatzematge.

A continuació es mostren totes les figures resultat del model, on es podrà veure els nivells reals i els modelats. En general l'ajust és molt bo, així que es podrien donar per bons els resultats de la calibració. Aquests valors ja es poden utilitzar per a prediccions de futur amb seguretat.

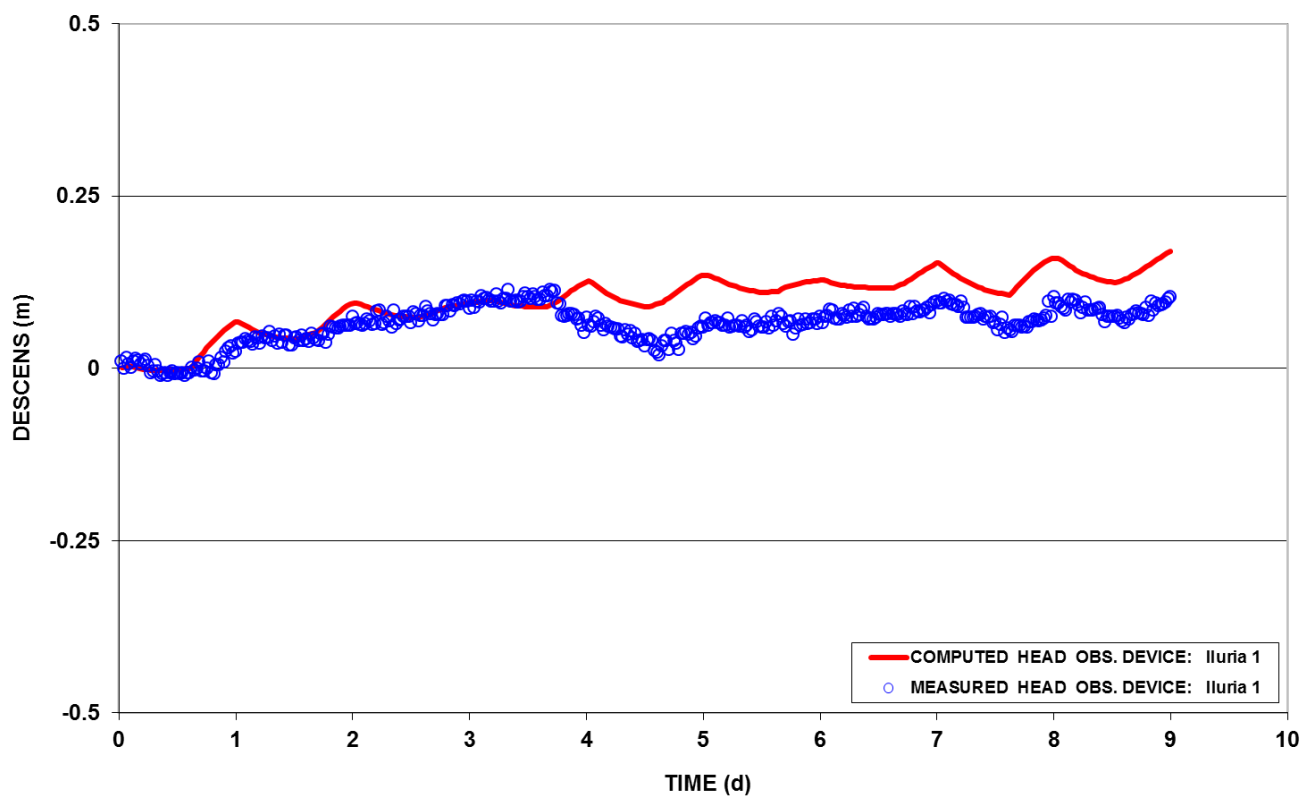


Figura 51: resultat de la calibració per al pou de Llúria 1.

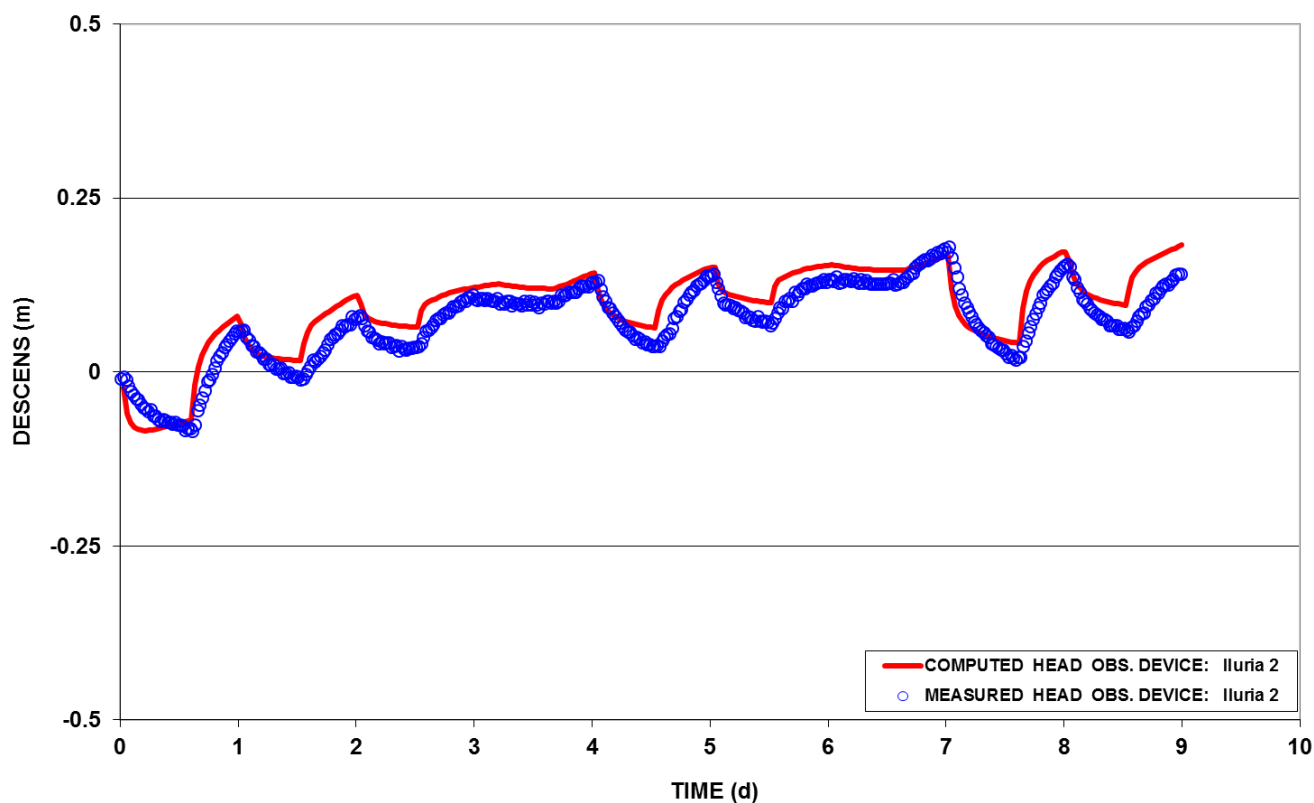


Figura 52: resultat de la calibració per al pou de Llúria 2.

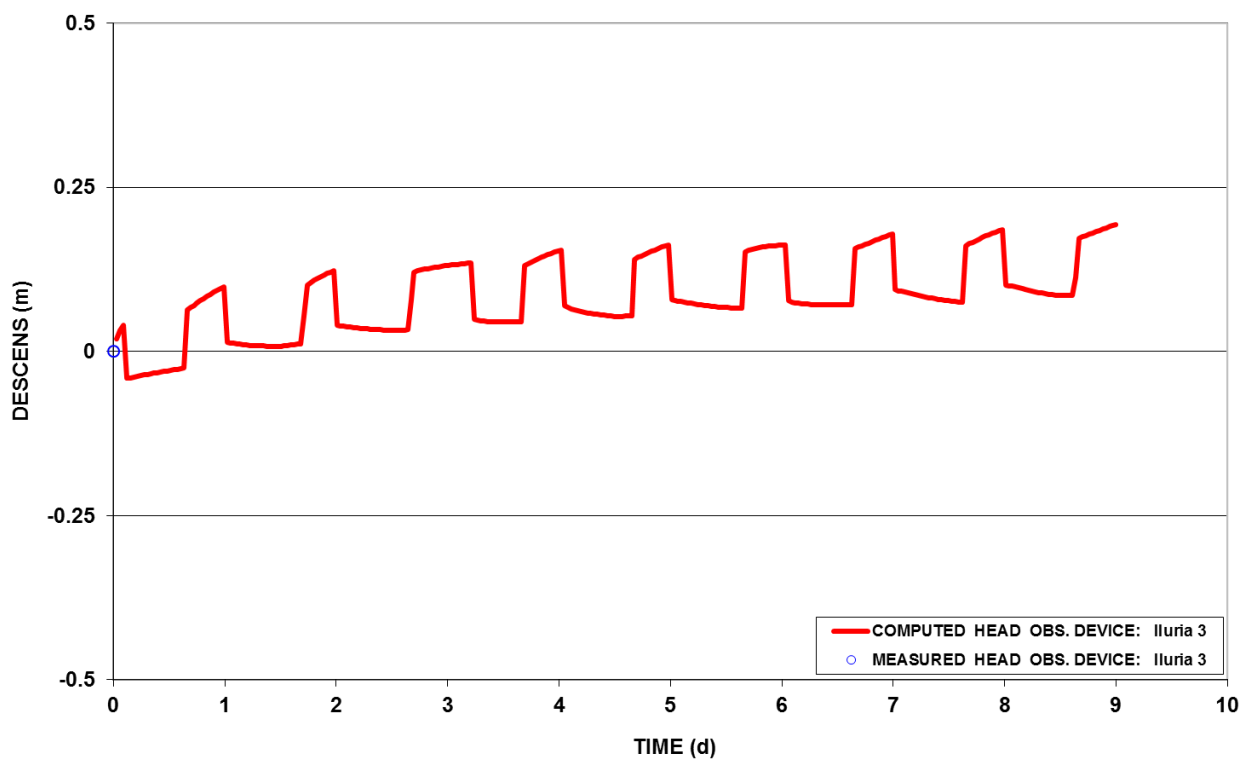


Figura 53: resultat de la calibració per al pou de Llúria 3. En aquest cas no es tenen dades de nivell.

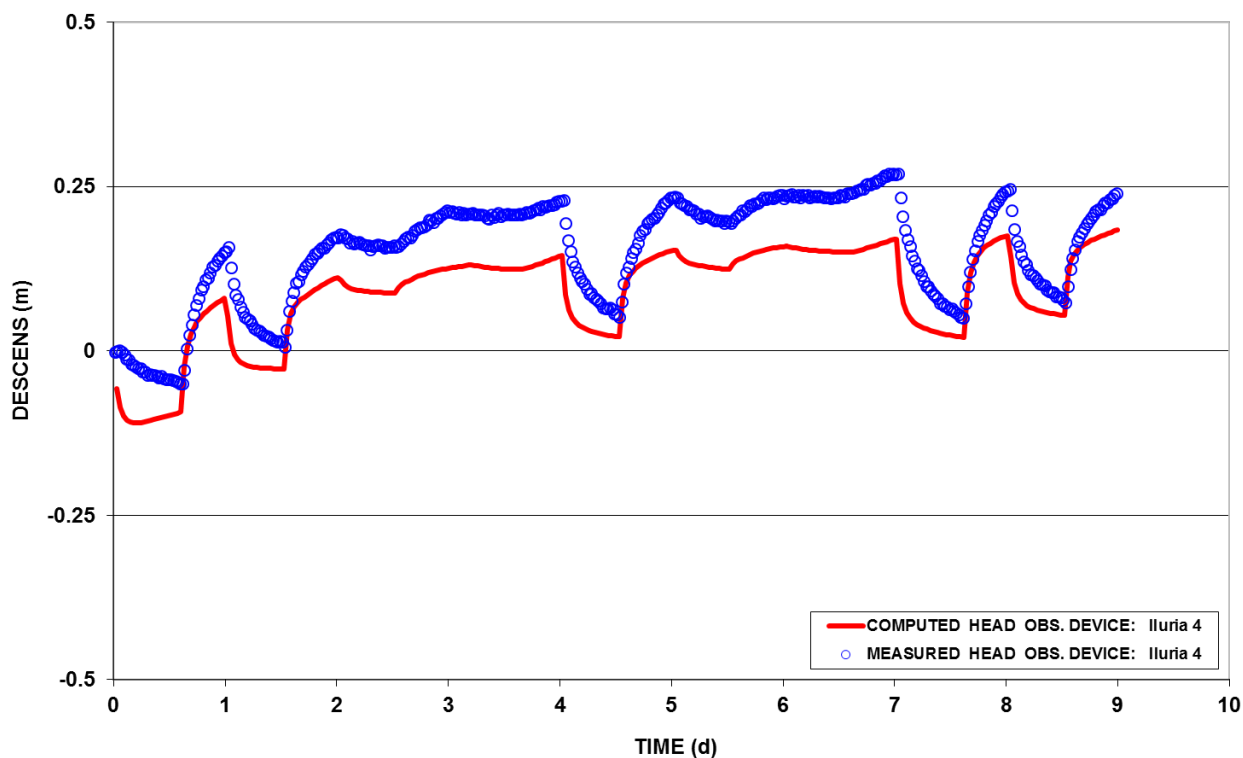


Figura 54: resultat de la calibració per al pou de Llúria 4.

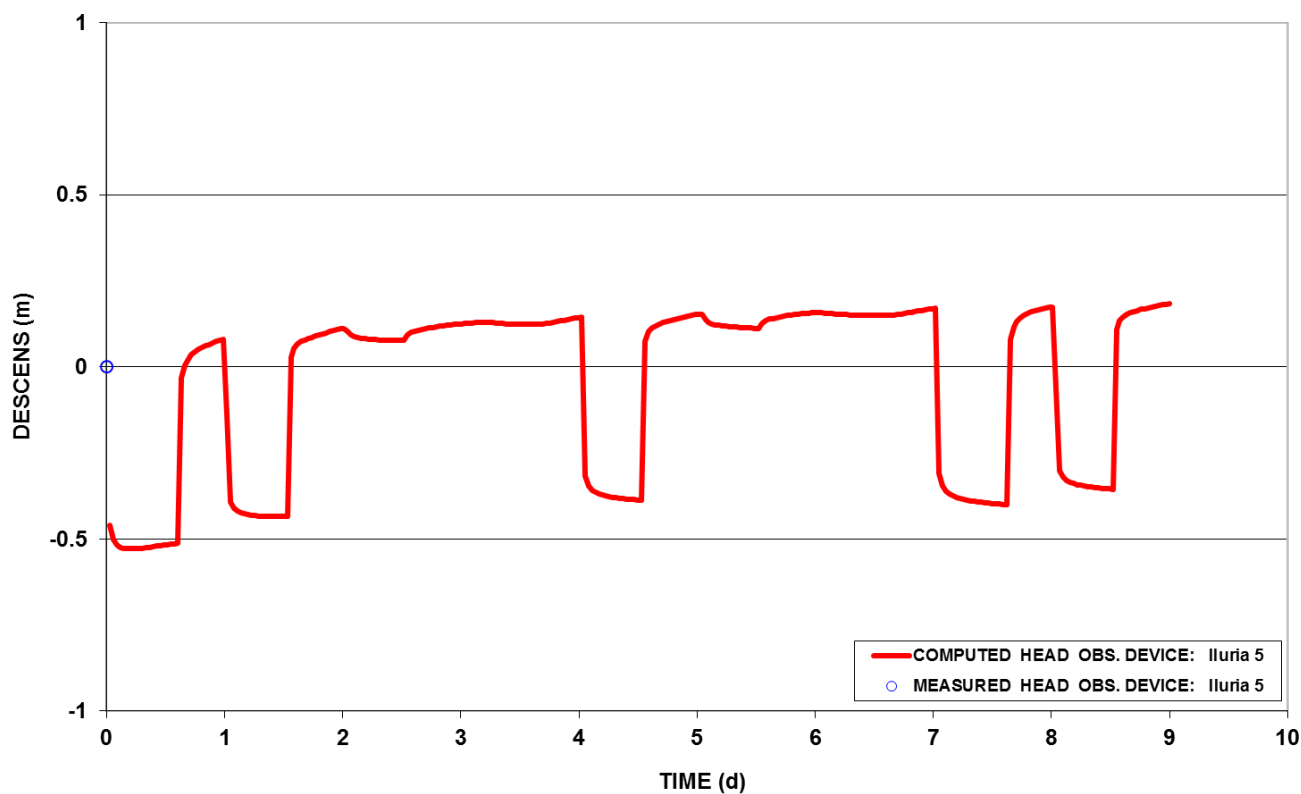


Figura 55: resultat de la calibració per al pou de Llúria 5. En aquest cas no es tenen dades de nivell.

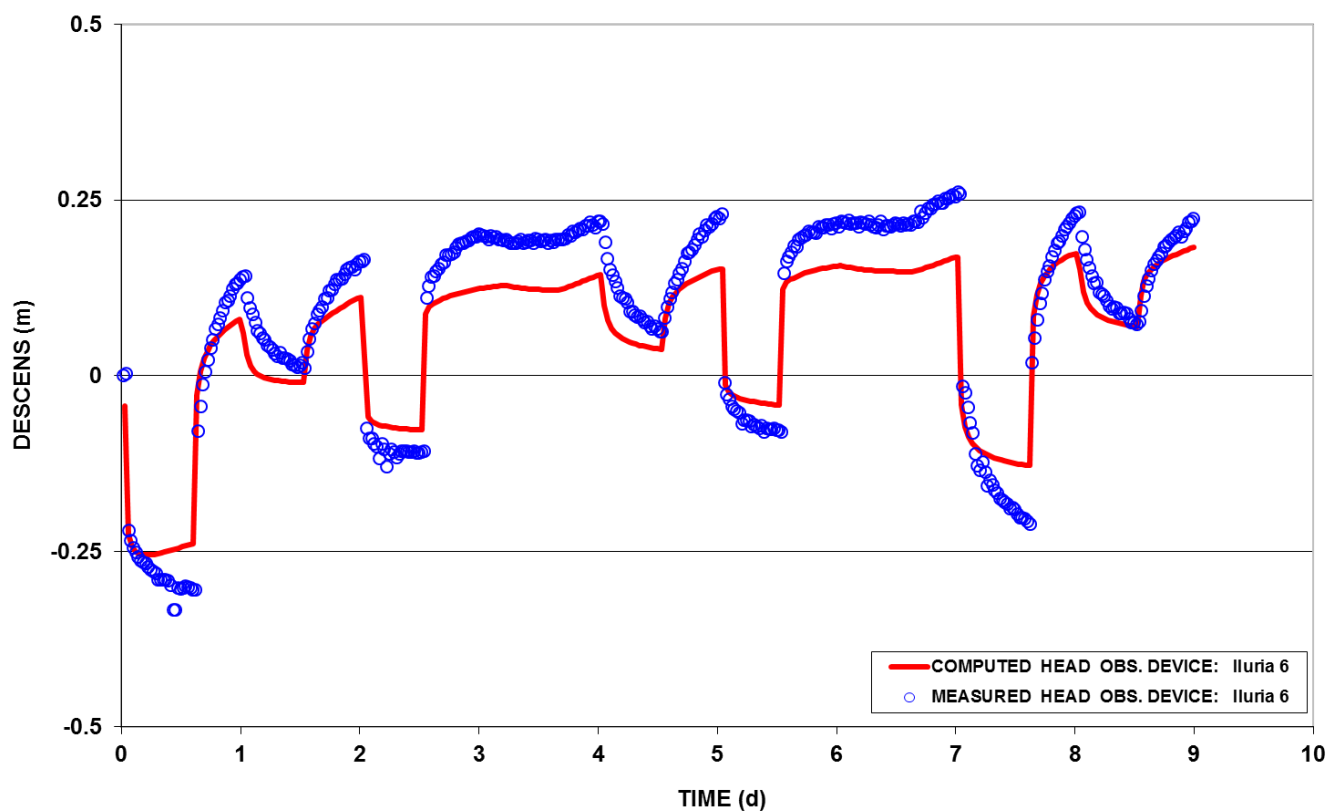


Figura 56: resultat de la calibració per al pou de Llúria 6.

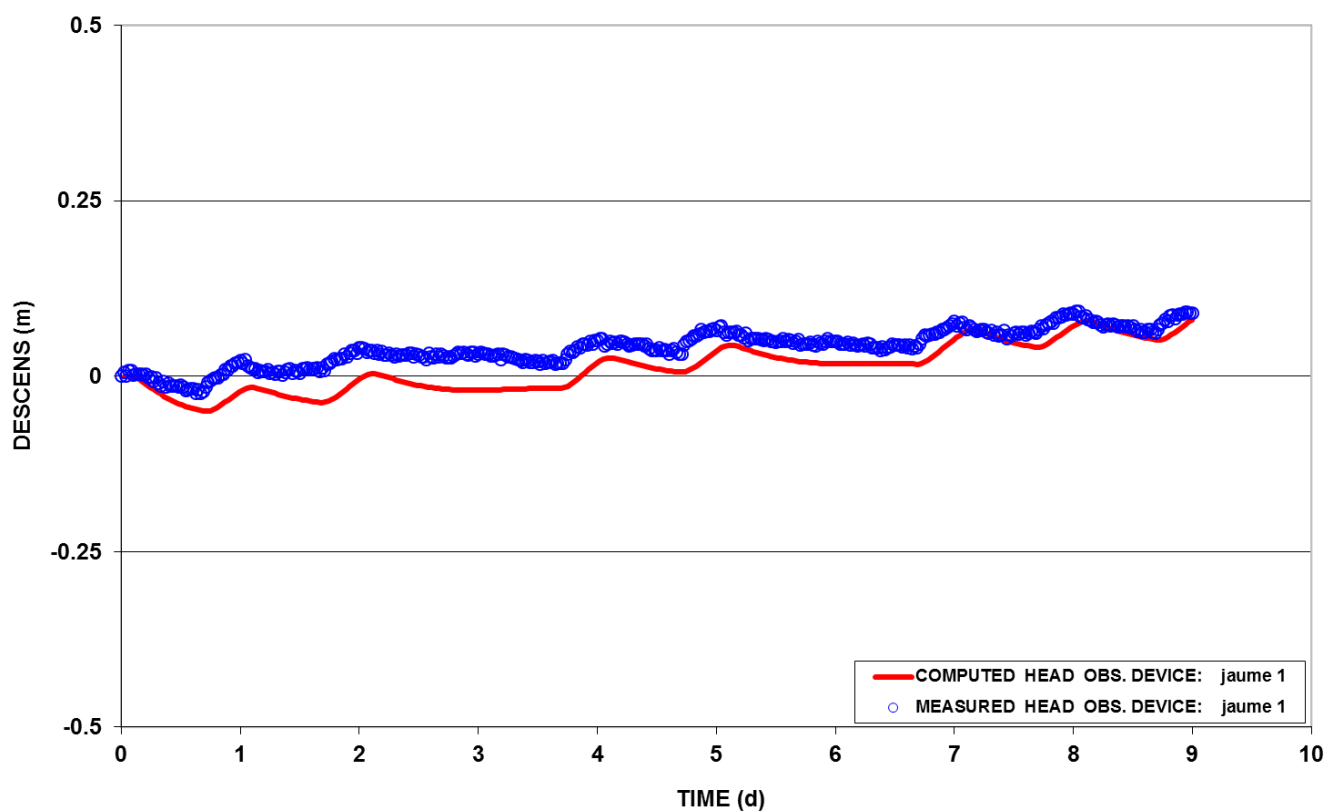


Figura 57: resultat de la calibració per al pou de Jaume 1.

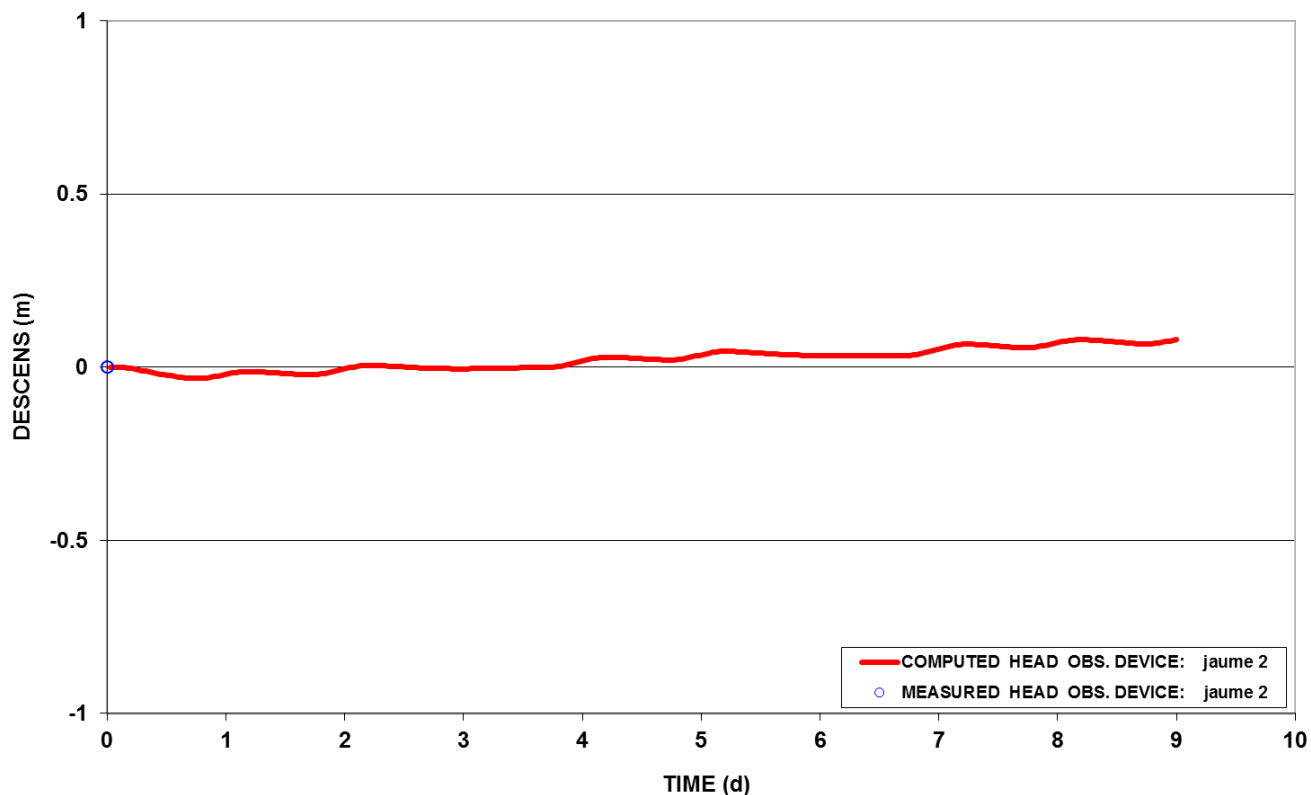


Figura 58: resultat de la calibració per al pou de Jaume 2. En aquest cas no es tenen dades de nivell.

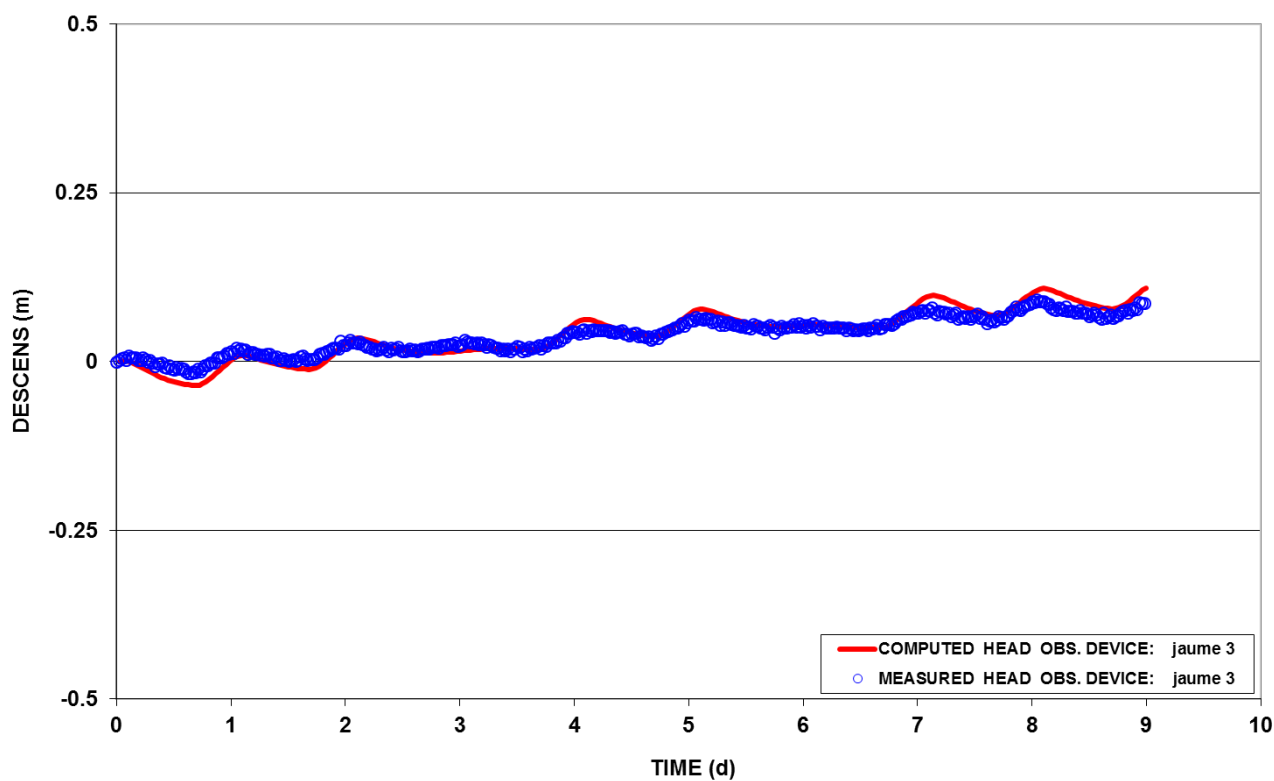


Figura 59: resultat de la calibració per al pou de Jaume 3.

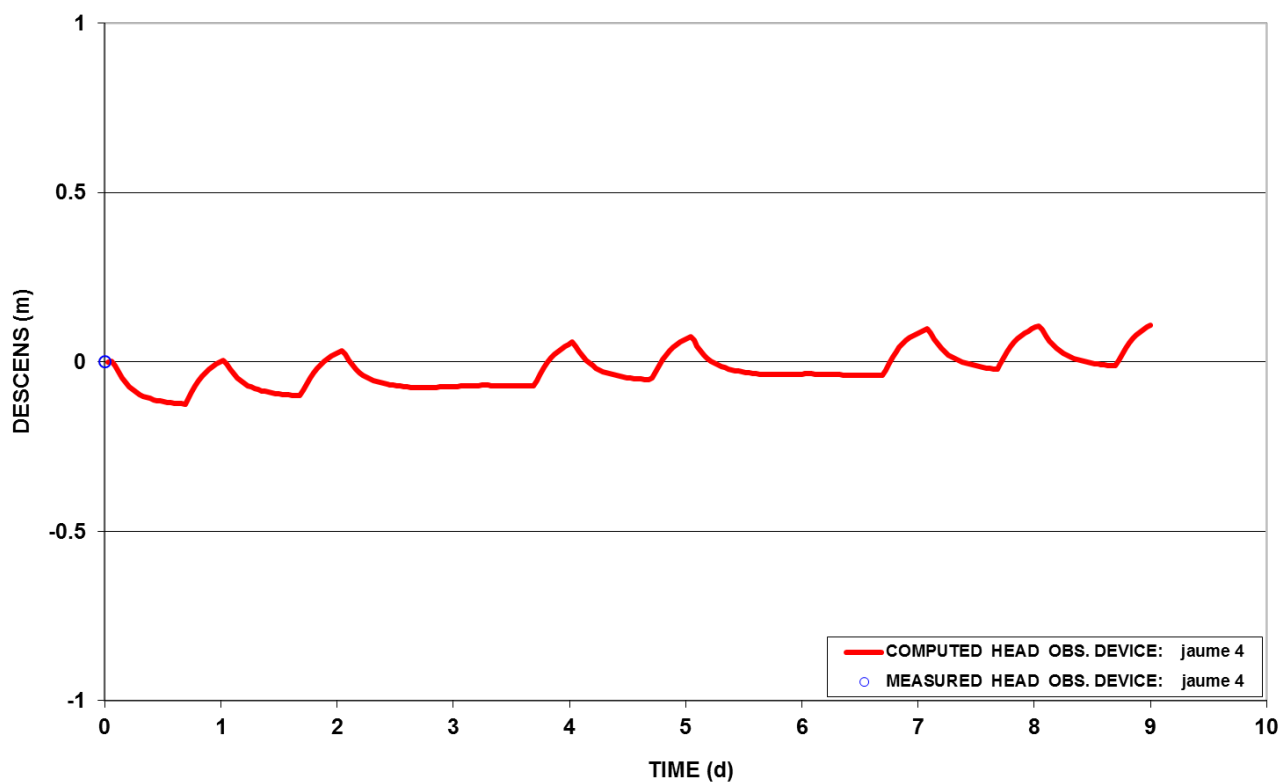


Figura 60: resultat de la calibració per al pou de Jaume 4.

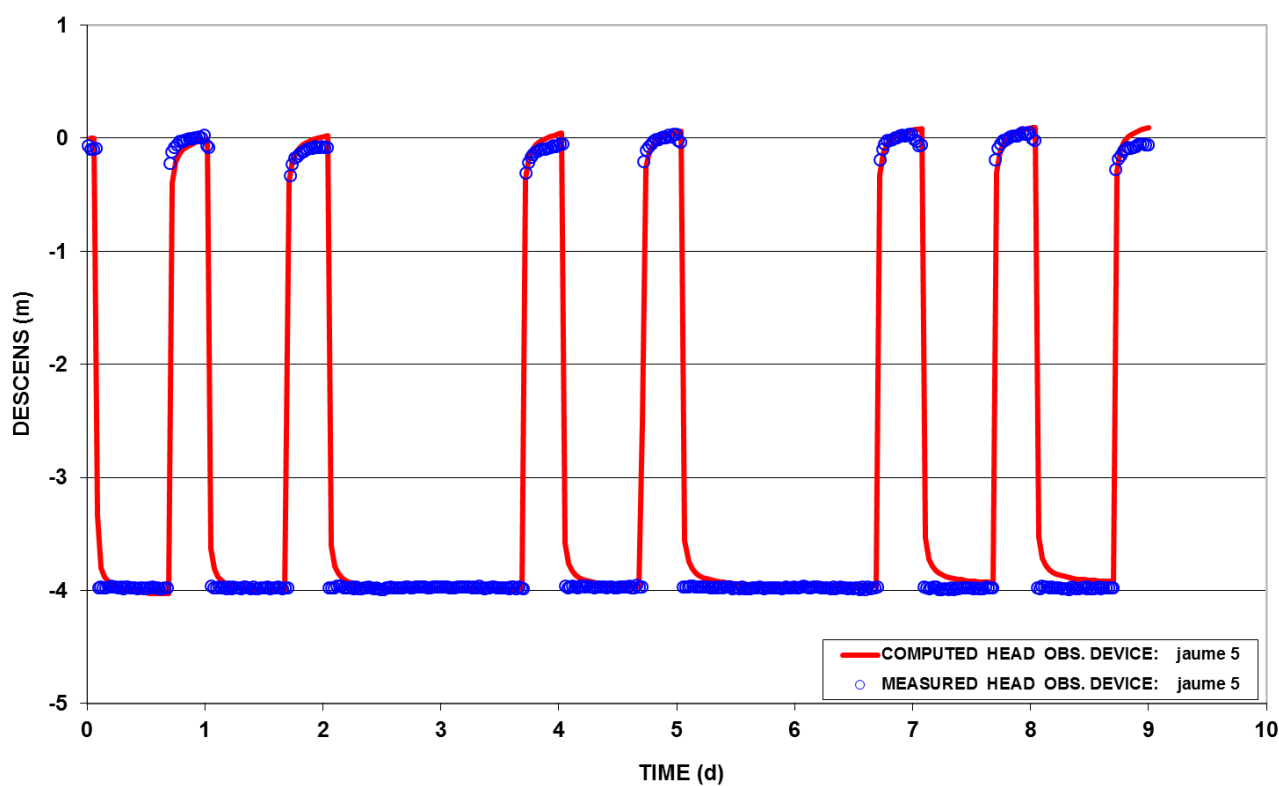


Figura 61: resultat de la calibració per al pou de Jaume 5.

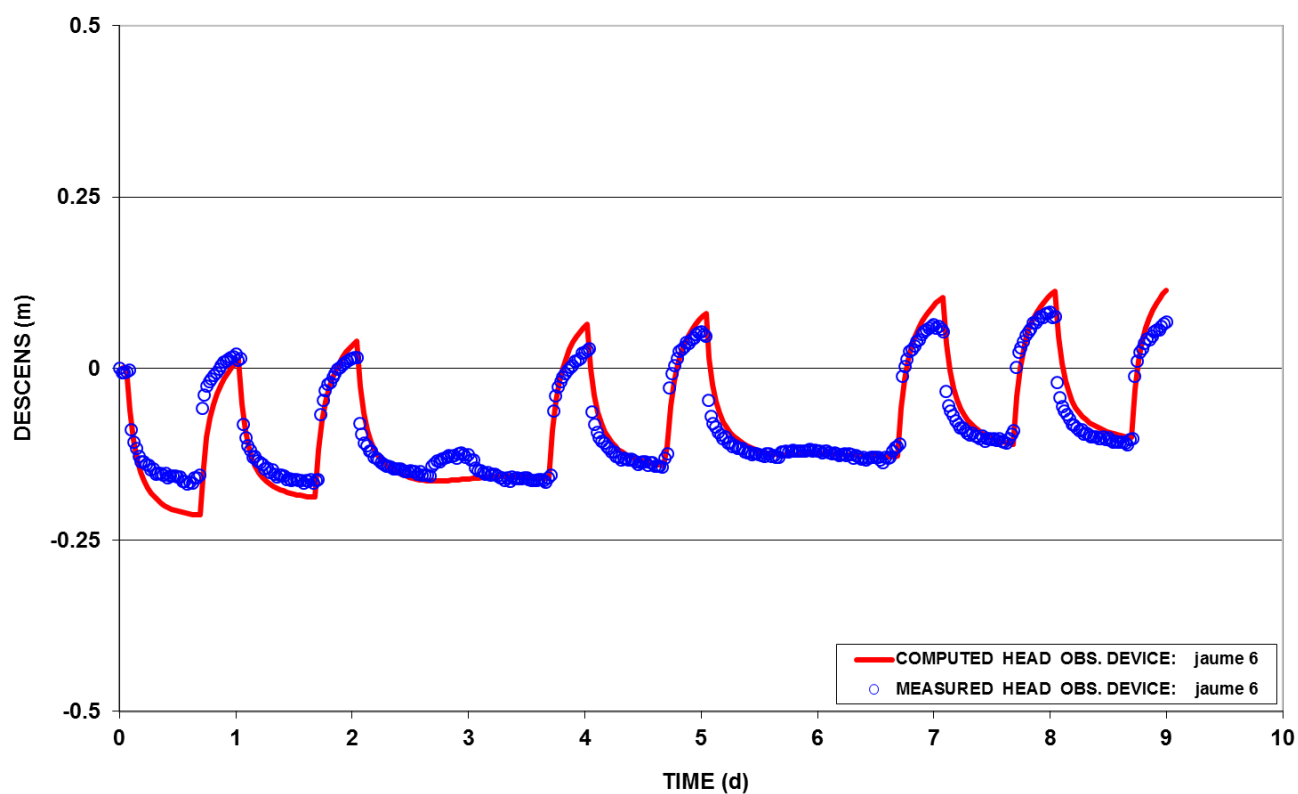


Figura 62: resultat de la calibració per al pou de Jaume 6.

Conclusions:

- La realització del model geològic ha sigut un procés en que s'han pogut posar en pràctica pràcticament totes les eines desenvolupades per la UPC i el CSIC durant aquests darrers anys, i per tant es considera una feina molt profitosa.
- Gràcies a les noves dades introduïdes a la base de dades geològica del projecte Heros i la nova informació de nivells, cedides per la UPF, s'ha pogut ampliar el coneixement d'aquesta zona en concret, que inicialment no comptava amb gaires dades d'aquest tipus.
- Durant la interpretació dels talls es va veure que es tractava de una zona de transició entre dos elements geològics molt diferents, així que va caldre introduir noves unitats aquífères. El fet de haver fet aquesta discretització més apurada en aquest zona pot ajudar a seguir completant el model hidrogeològic de tota Barcelona i rodalies.
- S'han modelat les superfícies topogràfiques de les capes interpretades, de forma que es poden visualitzar en 3D amb el programa ArcScene per exemple.
- El procediment realitzat per arribar a aquestes superfícies ha sigut un procés molt enriquidor, doncs ha calgut posar en pràctica moltes eines del programa ArcGis que han ajudat a l'aprenentatge en aquesta tesina.
- Per aquest projecte a calgut una planificació per a les diverses campanyes de camp. Finalment ha calgut una per a la instal·lació d'aparells de mesura per al assaig de bombament i una altra per a els perfils de conductivitat elèctrica.
- Durant el pas de la recopil·lació de les dades s'ha trobat varis entrebancs que han fet que s'hagin hagut de prendre certes decisions per a que el projecte tingués continuïtat. Aquest fet a nivell d'aprenentatge es considera positiu doncs aproxima aquest treball a qualsevol que es pugui trobar en un futur i ha permès desenvolupar certa experiència personal.
- De cara a la qualitat del model, les dades obtingudes per la UPF es consideren força pobres, doncs el nombre de dades no és representatiu en tot el domini temporal requerit en un principi (des de que els primers pous en posen en marxa) i fins i tot s'ha arribat a dubtar de la qualitat en algunes de les dades.
- El model numèric s'ha realitzat amb el programa desenvolupat per la UPC, Visual transin.
- La interpretació de les dades del assaig de bombament (nivells vs funcionament de les bombes) ha estat força clar, doncs les respostes de cada pou han coincidit clarament amb les encesses/apagades de cada bomba. Per tant no hi han altres factors que puguin intervenir per al modelatge numèric del flux.
- Les condicions de contorn i inicials s'han extret de models anteriors de la zona, la qual cosa ha ajudat força a la calibració.
- La calibració del assaig de bombament ha sigut molt exitós, doncs s'ha pogut ajustar molt be en tots els casos.

Bibliografia:

Badiella, G. 2009. *Estudio hidrogeológico y de drenaje del tramo Sants –Sagrera de las obras del AVE correspondiente al pozo de montaje de la tuneladora situado entre la calle Biscaia y el edificio histórico de la Torre de Fang*. Tesina final de carrera. Universitat politècnica de Catalunya.

De Buen, H., 2009. *Model hidrogeològic en perfil de flux, transport de solut conservatiu i transport de calor del riu Besòs a l'alçada de la plaça de la Vila de Sant Adrià de Besòs (Barcelona)*. Tesina final de màster. Universitat politècnica de Catalunya.

Custodio, E; Llamas, M.R., 1976. *Hidrología Subterránea*. Editorial Omega.

Garcia. M., 2009. *Modelación geológica tridimensional del Delta del Río Besòs mediante nuevas herramientas aplicables a la plataforma ArcGIS*. Tesina final de carrera. Universitat politècnica de Catalunya.

Garriga, A., 2007. *Eines de Visualització i Gestió de dades Geològiques*. Tesina final de carrera. Universitat politècnica de Catalunya.

RSE, 2006. *L.A,V Madrid-Barcelona-Frontera Francesa. Túnel de la calle Valencia (Barcelona). Tramo: Conde de Borrell- La Sagrera*. Informe de projecte.

UPC-CSIC, 2009. *Model Hidrogeològic al pla de Barcelona i delta del Besòs per a la obtenció d'alternatives d'aprofitament per a la producció d'aigua de consum*. Informe de projecte.

UPC-CSIC, 2008. *Tutorial Visual Transin 1.1*.

Velasco.V , Gogu.R, , Garriga.A, Vázquez-Suñè.E, Ramos.E, Monfort.D,Carrera.J. *Improving hydrogeological models of sedimentary media in an urban environment using GIS based 3D geological tools*. Acta Geologica, Submitted.

Annexes:

- Talls geològics interpretats (*referent apartat 6.2*)
- Dades de nivells històrics (*referent apartat 6.4.1*)
- Mesures de nivell de Saboredo (*referent apartat 6.4.2*)
- Mesures de conductivitat elèctrica de Saboredo (*referent apartat 6.5.2*)
- Valors obtinguts amb la sonda elèctrica a la campanya de camp (*referent apartat 6.5.3*)
- Volums mensuals extrets pels pous de la UPF (*referent apartat 6.6.2*)

Dades de nivells històrics (referent apartat 6.4.1)

Nom	X	Y	Data	nivell	estad_desv
BC101	430819	4582741	01/01/1950	7.9	0
BC5003	431530	4582920	20/05/1957	-2.63	0
BC5003	431530	4582920	10/05/1965	-2.6	0
BC5006	431675	4583340	10/09/1960	-3.5	0
BC5006	431675	4583340	10/05/1965	-3.3	0
BC5010	432085	4582745	08/06/1961	-1.45	0
BC5013	432380	4582990	11/05/1956	-2.25	0
BC5013	432380	4582990	21/02/1965	-3.75	0
BC5013	432380	4582990	20/04/1965	-3.6	0
BC5013	432380	4582990	08/06/1965	-3.8	0
BC5020	432865	4583185	12/04/1961	-3.8	0
BC5021	432960	4583165	22/08/1961	-3	0
BC5021	432960	4583165	22/03/1965	-3.5	0
BC5021	432960	4583165	09/05/1965	-2.9	0
BC5021	432960	4583165	16/06/1965	-3.6	0
BC5021	432960	4583165	08/11/1957	-8.5	0
BC5025	432720	4583335	20/04/1959	-3	0
BC5025	432720	4583335	10/06/1959	-2.25	0
BC5025	432720	4583335	18/01/1965	-2.5	0
BC5025	432720	4583335	20/04/1965	-3.7	0
BC5025	432720	4583335	07/06/1965	-3.1	0
BC5026	432732	4582810	22/07/1958	-1.02	0
BC5026	432732	4582810	22/03/1965	-1.02	0
BC5026	432732	4582810	20/04/1965	-1.22	0
BC5026	432732	4582810	08/06/1965	-1.22	0
BC5027	432735	4582845	05/03/1961	-1.32	0
BC5027	432735	4582845	25/01/1965	-1.12	0
BC5027	432735	4582845	22/03/1965	-2.02	0
BC5027	432735	4582845	20/04/1965	-2.12	0
BC5027	432735	4582845	03/05/1965	-2.02	0
BC5027	432735	4582845	08/06/1965	-2.02	0
BC5048	432240	4583515	26/02/1953	37.86	0
BC5048	432240	4583515	26/05/1962	35.98	0
BC5048	432240	4583515	22/03/1965	36	0
BC5052	432940	4582110	26/01/1963	-0.9	0
BC5061	432890	4582330	01/12/1954	-3.26	0
BC5061	432890	4582330	02/02/1955	-3.26	0
BC5061	432890	4582330	22/03/1965	-4.71	0
BC5061	432890	4582330	20/04/1965	-4.51	0

BC5061	432890	4582330	03/05/1965	-4.66	0
BC5061	432890	4582330	09/06/1965	-4.11	0
BC5062	432605	4582945	22/03/1965	-2.91	0
BC5062	432605	4582945	09/05/1965	-2.9	0
BC5062	432605	4582945	12/06/1965	-2.91	0
BC5063	432835	4582345	05/09/1959	2	0
BC5063	432835	4582345	05/03/1960	2.7	0
BC5063	432835	4582345	30/03/1962	2.2	0
BC5064	432825	4582290	02/01/1956	2.65	0
BC81	430665.3	4582672	02/01/1961	15.69	0
BCCIS12	432529.1	4581899	01/01/1980	0.8	0
BCCIS26	432921.1	4582632	01/01/1980	0	0
BCCIS30	431021.3	4582545	01/01/1980	2.5	0
BCQS25	432492.4	4583338	30/06/1956	-2.73	0
BCQS25	432492.4	4583338	01/08/1996	-0.5	0
BCQS25	432492.4	4583338	01/10/1996	-0.7	0
BCQS25	432492.4	4583338	18/12/1996	0.12	0
BCQS25	432492.4	4583338	23/01/1997	-0.27	0
BCQS25	432492.4	4583338	24/04/1997	-0.44	0
BCQS25	432492.4	4583338	27/10/1997	-0.33	0
BCQS25	432492.4	4583338	26/11/1997	-0.41	0
BCQS25	432492.4	4583338	17/12/1997	-0.32	0
BCQS25	432492.4	4583338	27/01/1998	-0.35	0
BCQS25	432492.4	4583338	24/02/1998	-0.48	0
BCQS25	432492.4	4583338	29/04/1998	-0.7	0
BCQS25	432492.4	4583338	15/06/1998	-0.61	0
BCQS25	432492.4	4583338	01/07/1998	-0.62	0
BCQS25	432492.4	4583338	15/09/1998	-0.62	0
BCQS25	432492.4	4583338	14/10/1998	-0.52	0
BCQS25	432492.4	4583338	23/11/1998	-0.6	0
BCQS25	432492.4	4583338	17/12/1998	-0.32	0
BCQS25	432492.4	4583338	25/01/1999	-0.5	0
BCQS25	432492.4	4583338	22/02/1999	-0.36	0
BCQS25	432492.4	4583338	22/03/1999	-0.37	0
BCQS25	432492.4	4583338	19/04/1999	-0.52	0
BCQS25	432492.4	4583338	18/05/1999	-0.6	0
BCQS25	432492.4	4583338	21/06/1999	-0.63	0
BCQS25	432492.4	4583338	20/07/1999	-0.74	0
BCQS25	432492.4	4583338	27/09/1999	-0.619	0
BCQS25	432492.4	4583338	20/10/1999	-0.429	0
BCQS25	432492.4	4583338	26/11/1999	-0.469	0
BCQS25	432492.4	4583338	15/12/1999	-0.429	0
BCQS81	432671.6	4582858	01/01/1958	-1.499	0

CARSS04	432633.3	4583003	01/01/1950	-0.4	0
CARSS06	432885.2	4583317	01/01/1948	-1.7	0
CARSS06	432885.2	4583317	01/01/1951	-4.7	0
CARSS10	432282.2	4583207	01/01/1947	-1.3	0
CARSS20	431848.1	4582702	01/01/1951	-1.5	0
CARSS27	431745.8	4582210	01/01/1944	1.6	0
CARSS28	432695.9	4581742	01/01/1947	-0.1	0
CARSS29	432374.2	4581722	01/01/1947	-0.74	0
CARSS62	433049.6	4583185	01/01/1944	1.83	0
CARSS74	432579.9	4581806	01/01/1950	0.05	0
CIU1	431967.4	4582551	21/02/2000	-0.17	0
CIU1	431967.4	4582551	17/04/2000	-0.22	0
CIU1	431967.4	4582551	29/05/2000	-0.2	0
CIU1	431967.4	4582551	26/06/2000	-0.243	0
CIU1	431967.4	4582551	19/07/2000	-0.323	0
CIU1	431967.4	4582551	28/08/2000	-0.323	0
CIU1	431967.4	4582551	26/09/2000	-0.363	0
CIU1	431967.4	4582551	23/10/2000	-0.243	0
CIU1	431967.4	4582551	27/11/2000	-0.303	0
CIU1	431967.4	4582551	18/12/2000	-0.303	0
CIU1	431967.4	4582551	22/01/2001	-0.223	0
CIU1	431967.4	4582551	27/02/2001	-0.173	0
CIU2	432223.4	4582419	27/05/2002	-0.561	0
CIU2	432223.4	4582419	25/06/2002	-0.701	0
CIU2	432223.4	4582419	15/07/2002	-0.801	0
CIU2	432223.4	4582419	23/09/2002	-0.721	0
CIU2	432223.4	4582419	21/10/2002	-0.721	0
CIU2	432223.4	4582419	26/11/2002	-0.641	0
CIU2	432223.4	4582419	16/12/2002	0.249	0
CIU2	432223.4	4582419	27/01/2003	-0.451	0
CIU2	432223.4	4582419	20/02/2003	-0.921	0
CIU2	432223.4	4582419	24/03/2003	-0.431	0
CIU2	432223.4	4582419	28/04/2003	-0.481	0
CIU2	432223.4	4582419	26/05/2003	-0.621	0
CIU2	432223.4	4582419	30/06/2003	-0.821	0
CIU2	432223.4	4582419	29/07/2003	-0.901	0
CIU2	432223.4	4582419	08/09/2003	-0.931	0
CIU2	432223.4	4582419	14/10/2003	-0.911	0
CIU2	432223.4	4582419	10/11/2003	-0.781	0
CIU2	432223.4	4582419	13/01/2004	-0.551	0
CIU2	432223.4	4582419	09/02/2004	-0.641	0
CIU2	432223.4	4582419	08/03/2004	-0.551	0
CIU2	432223.4	4582419	13/04/2004	-0.571	0

CIU2	432223.4	4582419	10/05/2004	-0.451	0
CIU2	432223.4	4582419	07/06/2004	-0.531	0
CIU2	432223.4	4582419	19/07/2004	-0.531	0
CIU2	432223.4	4582419	14/09/2004	-0.481	0
CIU2	432223.4	4582419	18/10/2004	-0.471	0
CIU2	432223.4	4582419	16/11/2004	-0.381	0
CIU2	432223.4	4582419	20/12/2004	-0.391	0
CIU2	432223.4	4582419	18/01/2005	-0.271	0
CIU2	432223.4	4582419	14/02/2005	-0.451	0
CIU2	432223.4	4582419	14/03/2005	-0.641	0
CIU2	432223.4	4582419	11/04/2005	-0.721	0
CIU2	432223.4	4582419	10/05/2005	-0.721	0
CIU2	432223.4	4582419	07/06/2005	-0.831	0
CIU2	432223.4	4582419	11/07/2005	-1.041	0
CIU2	432223.4	4582419	07/09/2005	-0.971	0
CIU2	432223.4	4582419	18/10/2005	-0.721	0
CIU2	432223.4	4582419	12/12/2005	-0.551	0
CIU2	432223.4	4582419	16/01/2006	-0.751	0
CIU2	432223.4	4582419	13/02/2006	-0.671	0
CIU2	432223.4	4582419	09/03/2006	-0.671	0
CIU2	432223.4	4582419	03/04/2006	-1.021	0
CIU3	432027.8	4582377	17/10/2006	0	0
CIU3	432027.8	4582377	21/02/2000	0.05	0
CIU3	432027.8	4582377	17/04/2000	0.08	0
CIU3	432027.8	4582377	29/05/2000	0.12	0
CIU3	432027.8	4582377	26/06/2000	0.053	0
CIU4	432015.2	4582147	17/04/2000	0.16	0
CIU4	432015.2	4582147	29/05/2000	0.19	0
CIU4	432015.2	4582147	26/06/2000	0.146	0
CIU4	432015.2	4582147	19/07/2000	0.096	0
CIU4	432015.2	4582147	28/08/2000	0.106	0
CIU4	432015.2	4582147	26/09/2000	0.096	0
CIU4	432015.2	4582147	23/10/2000	0.156	0
CIU4	432015.2	4582147	27/11/2000	0.086	0
CIU4	432015.2	4582147	18/12/2000	0.036	0
CIU4	432015.2	4582147	22/01/2001	0.146	0
CIU4	432015.2	4582147	27/02/2001	0.046	0
CIU4	432015.2	4582147	27/03/2001	0.026	0
CIU4	432015.2	4582147	23/04/2001	-0.004	0
CIU4	432015.2	4582147	29/05/2001	-0.024	0
CIU4	432015.2	4582147	25/06/2001	-0.144	0
CIU4	432015.2	4582147	23/07/2001	-0.124	0
CIU4	432015.2	4582147	21/08/2001	-0.124	0

CIU4	432015.2	4582147	25/09/2001	-0.124	0
CIU4	432015.2	4582147	29/10/2001	-0.124	0
CIU4	432015.2	4582147	29/11/2001	0.046	0
CIU4	432015.2	4582147	17/12/2001	-0.084	0
CIU4	432015.2	4582147	28/01/2002	-0.154	0
CIU4	432015.2	4582147	25/02/2002	-0.234	0
CIU4	432015.2	4582147	25/03/2002	-0.364	0
CIU4	432015.2	4582147	22/04/2002	-0.314	0
CIU4	432015.2	4582147	27/05/2002	-0.344	0
CIU4	432015.2	4582147	25/06/2002	-0.424	0
CIU4	432015.2	4582147	15/07/2002	0.496	0
CIU4	432015.2	4582147	23/09/2002	-0.484	0
CIU4	432015.2	4582147	21/10/2002	-0.274	0
CIU4	432015.2	4582147	16/12/2002	-0.284	0
CIU4	432015.2	4582147	27/01/2003	-0.264	0
CIU4	432015.2	4582147	20/02/2003	-0.154	0
CIU4	432015.2	4582147	24/03/2003	-0.234	0
CIU4	432015.2	4582147	28/04/2003	-0.204	0
CIU4	432015.2	4582147	26/05/2003	-0.334	0
CIU4	432015.2	4582147	30/06/2003	-0.464	0
CIU4	432015.2	4582147	29/07/2003	-0.484	0
CIU4	432015.2	4582147	08/09/2003	-0.494	0
CIU4	432015.2	4582147	14/10/2003	-0.454	0
CIU4	432015.2	4582147	10/11/2003	-0.394	0
CIU4	432015.2	4582147	13/01/2004	-0.424	0
CIU4	432015.2	4582147	09/02/2004	-0.364	0
CIU4	432015.2	4582147	08/03/2004	-0.394	0
CIU4	432015.2	4582147	13/04/2004	-0.284	0
CIU4	432015.2	4582147	10/05/2004	-0.134	0
CIU4	432015.2	4582147	07/06/2004	-0.174	0
CIU4	432015.2	4582147	19/07/2004	-0.194	0
CIU4	432015.2	4582147	14/09/2004	-0.204	0
CIU4	432015.2	4582147	18/10/2004	-0.144	0
CIU4	432015.2	4582147	16/11/2004	-0.154	0
CIU4	432015.2	4582147	20/12/2004	-0.154	0
CIU4	432015.2	4582147	18/01/2005	-0.104	0
CIU4	432015.2	4582147	14/02/2005	-0.144	0
CIU4	432015.2	4582147	14/03/2005	-0.234	0
CIU4	432015.2	4582147	11/04/2005	-0.404	0
CIU4	432015.2	4582147	10/05/2005	-0.454	0
CIU4	432015.2	4582147	07/06/2005	-0.504	0
CIU4	432015.2	4582147	11/07/2005	-0.704	0
CIU4	432015.2	4582147	07/09/2005	-0.624	0

CIU4	432015.2	4582147	18/10/2005	-0.374	0
CLBPS04	432267.1	4581833	02/01/1987	0.64	0
CLBPS04	432267.1	4581833	02/01/1987	1.14	0
CLBPS06	432435.9	4581935	02/01/1987	0.8	0
CLBPS06	432435.9	4581935	02/01/1987	1.56	0
CLBPS08	432681.1	4582107	02/01/1987	0.95	0
CLBPS08	432681.1	4582107	02/01/1987	1.25	0
CLBPS11	432901.6	4582331	02/01/1987	0.63	0
CLBPS11	432901.6	4582331	02/01/1987	0.98	0
CLBPS15	433330.4	4582754	02/01/1987	0.5	0
CLBPS15	433330.4	4582754	02/01/1987	1.05	0
CLPPS2A	432001.1	4581682	02/01/1987	0.57	0
CLPPS2A	432001.1	4581682	01/01/1988	0.41	0
CLPPS2A	432001.1	4581682	02/01/1988	0.4	0
CLPPS4A	432255.4	4581873	02/01/1987	0.86	0
CLPPS4A	432255.4	4581873	01/01/1988	0.74	0
CLPPS4A	432255.4	4581873	02/01/1988	0.71	0
CLPPS5A	432317.8	4581846	02/01/1987	0.95	0
CLPPS5A	432317.8	4581846	01/01/1988	0.73	0
CLPPS5A	432317.8	4581846	02/01/1988	0.62	0
COPU	431861.2	4582483	31/12/2006	-0.85	0.016
COPU	431861.2	4582483	31/01/2007	-0.9	0.037
COPU	431861.2	4582483	28/02/2007	-1.04	0.392
COPU	431861.2	4582483	31/03/2007	-1.38	0.09
COPU	431861.2	4582483	30/04/2007	-1.34	0.056
COPU	431861.2	4582483	31/05/2007	-1.4	0.025
COPU	431861.2	4582483	30/06/2007	-1.49	0.055
COPU	431861.2	4582483	31/07/2007	-1.52	0.015
COPU	431861.2	4582483	02/01/1996	0.03	0
COPU	431861.2	4582483	02/01/1996	0.33	0
COPU	431861.2	4582483	01/01/1997	0.46	0
COPU	431861.2	4582483	31/07/1996	0	0
COPU	431861.2	4582483	31/08/1996	0	0
COPU	431861.2	4582483	30/09/1996	0	0
COPU	431861.2	4582483	31/10/1996	0	0.001
COPU	431861.2	4582483	30/11/1996	0	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/12/1996	0.01	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/01/1997	0	0.001
COPU	431861.2	4582483	28/02/1997	0.01	0.002
COPU	431861.2	4582483	31/03/1997	0.01	0.001
COPU	431861.2	4582483	30/04/1997	0.01	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/05/1997	0.01	0.002
COPU	431861.2	4582483	30/06/1997	0	0.001

COPU	431861.2	4582483	31/07/1997	0	0.002
COPU	431861.2	4582483	31/08/1997	0.01	0.002
COPU	431861.2	4582483	30/09/1997	0.01	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/10/1997	0.01	0.002
COPU	431861.2	4582483	30/11/1997	0.01	0.002
COPU	431861.2	4582483	31/12/1997	0.01	0.004
COPU	431861.2	4582483	31/01/1998	0.01	0.004
COPU	431861.2	4582483	28/02/1998	0.01	0.002
COPU	431861.2	4582483	31/03/1998	0.01	0.003
COPU	431861.2	4582483	30/04/1998	0.01	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/05/1998	0.01	0.001
COPU	431861.2	4582483	30/06/1998	0.01	0.004
COPU	431861.2	4582483	31/07/1998	0	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/08/1998	0	0.002
COPU	431861.2	4582483	30/09/1998	0	0.002
COPU	431861.2	4582483	31/10/1998	0	0.002
COPU	431861.2	4582483	30/11/1998	0	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/12/1998	0	0.001
COPU	431861.2	4582483	31/01/1999	-0.17	0.03
COPU	431861.2	4582483	31/03/1999	-0.14	0.01
COPU	431861.2	4582483	30/04/1999	-0.16	0.017
COPU	431861.2	4582483	31/05/1999	-0.2	0.016
COPU	431861.2	4582483	30/06/1999	-0.33	0.012
COPU	431861.2	4582483	31/07/1999	-0.38	0.017
COPU	431861.2	4582483	31/08/1999	-0.38	0.018
COPU	431861.2	4582483	30/09/1999	-0.27	0.067
COPU	431861.2	4582483	31/10/1999	-0.19	0.054
COPU	431861.2	4582483	30/11/1999	-0.12	0.021
COPU	431861.2	4582483	31/12/1999	-0.14	0.015
COPU	431861.2	4582483	31/01/2000	-0.11	0.039
COPU	431861.2	4582483	28/02/2000	-0.14	0.018
COPU	431861.2	4582483	31/03/2000	-0.16	0.02
COPU	431861.2	4582483	31/05/2000	-0.11	0.015
COPU	431861.2	4582483	30/06/2000	-0.15	0.016
COPU	431861.2	4582483	31/07/2000	-0.18	0.015
COPU	431861.2	4582483	31/08/2000	-0.17	0.012
COPU	431861.2	4582483	30/09/2000	-0.16	0.019
COPU	431861.2	4582483	31/10/2000	-0.12	0.017
COPU	431861.2	4582483	30/11/2000	-0.14	0.014
COPU	431861.2	4582483	31/12/2000	-0.15	0.037
COPU	431861.2	4582483	31/01/2001	-0.05	0.06
COPU	431861.2	4582483	28/02/2001	-0.07	0.04
COPU	431861.2	4582483	31/03/2001	-0.07	0.055

COPU	431861.2	4582483	30/04/2001	-0.19	0.032
COPU	431861.2	4582483	31/05/2001	-0.18	0.031
COPU	431861.2	4582483	30/06/2001	-0.28	0.034
COPU	431861.2	4582483	31/07/2001	-0.3	0.031
COPU	431861.2	4582483	31/08/2001	-0.32	0.015
COPU	431861.2	4582483	30/09/2001	-0.33	0.037
COPU	431861.2	4582483	31/10/2001	-0.28	0.038
COPU	431861.2	4582483	30/11/2001	-0.31	0.023
COPU	431861.2	4582483	31/12/2001	-0.29	0.015
COPU	431861.2	4582483	31/01/2002	-0.32	0.041
COPU	431861.2	4582483	28/02/2002	-0.44	0.037
COPU	431861.2	4582483	31/03/2002	-0.49	0.046
COPU	431861.2	4582483	30/04/2002	-0.53	0.027
COPU	431861.2	4582483	31/05/2002	-0.55	0.032
COPU	431861.2	4582483	30/06/2002	-0.66	0.042
COPU	431861.2	4582483	31/07/2002	-0.75	0.027
COPU	431861.2	4582483	31/08/2002	-0.68	0.049
COPU	431861.2	4582483	30/09/2002	-0.72	0.019
COPU	431861.2	4582483	31/10/2002	-0.56	0.094
COPU	431861.2	4582483	30/11/2002	-0.63	0.023
COPU	431861.2	4582483	31/12/2002	-0.57	0.033
COPU	431861.2	4582483	31/01/2003	-0.48	0.026
COPU	431861.2	4582483	28/02/2003	-0.44	0.089
COPU	431861.2	4582483	31/03/2003	-0.41	0.073
COPU	431861.2	4582483	30/04/2003	-0.52	0.028
COPU	431861.2	4582483	31/05/2003	-0.61	0.041
COPU	431861.2	4582483	30/06/2003	-0.78	0.057
COPU	431861.2	4582483	31/07/2003	-0.88	0.021
COPU	431861.2	4582483	31/08/2003	-0.91	0.023
COPU	431861.2	4582483	30/09/2003	-0.94	0.024
COPU	431861.2	4582483	31/10/2003	-0.82	0.075
COPU	431861.2	4582483	30/11/2003	-0.81	0.019
COPU	431861.2	4582483	31/12/2003	-0.79	0.018
COPU	431861.2	4582483	31/01/2004	-0.8	0.011
COPU	431861.2	4582483	28/02/2004	-0.71	0.069
COPU	431861.2	4582483	31/03/2004	-0.71	0.04
COPU	431861.2	4582483	30/04/2004	-0.63	0.021
COPU	431861.2	4582483	31/05/2004	-0.59	0.017
COPU	431861.2	4582483	30/06/2004	-0.67	0.023
COPU	431861.2	4582483	31/07/2004	-0.69	0.015
COPU	431861.2	4582483	31/08/2004	-0.68	0.018
COPU	431861.2	4582483	31/10/2004	-1.41	0.073
COPU	431861.2	4582483	30/11/2004	-1.25	0.018

COPU	431861.2	4582483	31/12/2004	-1.39	0.06
COPU	431861.2	4582483	31/01/2005	-1.5	0.033
COPU	431861.2	4582483	28/02/2005	-1.44	0.05
COPU	431861.2	4582483	31/03/2005	-1.25	0.064
COPU	431861.2	4582483	30/04/2005	-1.17	0.014
COPU	431861.2	4582483	31/05/2005	-1.22	0.015
COPU	431861.2	4582483	30/06/2005	-1.24	0.019
COPU	431861.2	4582483	31/07/2005	-1.25	0.018
COPU	431861.2	4582483	31/08/2005	-1.22	0.039
COPU	431861.2	4582483	30/09/2005	-1.03	0.04
COPU	431861.2	4582483	31/10/2005	-0.79	0.141
COPU	431861.2	4582483	30/11/2005	-0.59	0.071
COPU	431861.2	4582483	31/12/2005	-0.67	0.028
COPU	431861.2	4582483	31/01/2006	-0.66	0.042
COPU	431861.2	4582483	28/02/2006	-0.62	0.043
COPU	431861.2	4582483	31/03/2006	-0.75	0.061
COPU	431861.2	4582483	30/04/2006	-0.85	0.054
COPU	431861.2	4582483	31/05/2006	-0.87	0.015
COPU	431861.2	4582483	30/06/2006	-0.9	0.012
COPU	431861.2	4582483	31/07/2006	-0.96	0.019
COPU	431861.2	4582483	31/08/2006	-0.97	0.02
COPU	431861.2	4582483	30/09/2006	-0.94	0.053
COPU	431861.2	4582483	31/10/2006	-0.9	0.022
COPU	431861.2	4582483	30/11/2006	-0.88	0.012
COVA	432492.4	4583338	30/06/1956	-2.73	0
COVA	432492.4	4583338	01/08/1996	-0.5	0
COVA	432492.4	4583338	01/10/1996	-0.7	0
COVA	432492.4	4583338	18/12/1996	0.12	0
COVA	432492.4	4583338	23/01/1997	-0.27	0
COVA	432492.4	4583338	24/04/1997	-0.44	0
COVA	432492.4	4583338	27/10/1997	-0.33	0
COVA	432492.4	4583338	26/11/1997	-0.41	0
COVA	432492.4	4583338	17/12/1997	-0.32	0
COVA	432492.4	4583338	27/01/1998	-0.35	0
COVA	432492.4	4583338	24/02/1998	-0.48	0
COVA	432492.4	4583338	29/04/1998	-0.7	0
COVA	432492.4	4583338	15/06/1998	-0.61	0
COVA	432492.4	4583338	01/07/1998	-0.62	0
COVA	432492.4	4583338	15/09/1998	-0.62	0
COVA	432492.4	4583338	14/10/1998	-0.52	0
COVA	432492.4	4583338	23/11/1998	-0.6	0
COVA	432492.4	4583338	17/12/1998	-0.32	0
COVA	432492.4	4583338	25/01/1999	-0.5	0

COVA	432492.4	4583338	22/02/1999	-0.36	0
COVA	432492.4	4583338	22/03/1999	-0.37	0
COVA	432492.4	4583338	19/04/1999	-0.52	0
COVA	432492.4	4583338	18/05/1999	-0.6	0
COVA	432492.4	4583338	21/06/1999	-0.63	0
COVA	432492.4	4583338	20/07/1999	-0.74	0
COVA	432492.4	4583338	27/09/1999	-0.619	0
COVA	432492.4	4583338	20/10/1999	-0.429	0
COVA	432492.4	4583338	26/11/1999	-0.469	0
COVA	432492.4	4583338	15/12/1999	-0.429	0
COVA	432492.4	4583338	24/01/2000	-0.479	0
COVA	432492.4	4583338	21/02/2000	-0.459	0
COVA	432492.4	4583338	17/04/2000	-0.459	0
COVA	432492.4	4583338	29/05/2000	-0.499	0
COVA	432492.4	4583338	26/06/2000	-0.539	0
COVA	432492.4	4583338	19/07/2000	-0.529	0
COVA	432492.4	4583338	28/08/2000	-0.519	0
COVA	432492.4	4583338	26/09/2000	-0.669	0
COVA	432492.4	4583338	01/01/1956	-2.73	0
COVA	432492.4	4583338	02/01/1996	-0.5	0
COVA	432492.4	4583338	02/01/1996	-0.29	0
CPNSN01	433056.7	4583092	02/01/1988	0.3	0
CPNSN02	432793.6	4583219	02/01/1988	-0.1	0
CPNSN04	432326.8	4583657	02/01/1988	-0.1	0
CPNSN05	432195.1	4583802	02/01/1988	0.1	0
CUI164	431957	4582570	11/05/1999	-0.27	0
CUI165	432257	4582400	11/05/1999	-0.13	0
CUI166	431999	4582340	11/05/1999	-0.06	0
CUI167	432020	4582120	11/05/1999	3.1	0
CUI168	432094	4582120	11/05/1999	0.15	0
CUI169	432319	4582090	11/05/1999	0.21	0
CUI170	432445	4582100	11/05/1999	0	0
HIDR	431707.5	4582844	21/08/1996	-0.59	0
HIDR	431707.5	4582844	04/10/1996	-0.48	0
HIDR	431707.5	4582844	21/11/1996	-0.41	0
HIDR	431707.5	4582844	02/01/1996	-0.59	0
HIDR	431707.5	4582844	02/01/1996	-0.45	0
HIDR	431707.5	4582844	21/08/1996	-0.59	0
HIDR	431707.5	4582844	04/10/1996	-0.48	0
HIDR	431707.5	4582844	21/11/1996	-0.41	0
HSLBS08	432751.2	4582403	01/01/1990	0	0
HSLBS14	432298.9	4582669	01/01/1990	-1.5	0
HSLBS15	431786.7	4582779	01/01/1990	3.6	0

L9L412R	431956	4581709	22/03/2003	0.4	0
L9L43R	432502	4583067	17/02/2003	-1.6	0
L9L46R	432675	4582332	20/02/2003	-0.5	0
STGTS12	432611.8	4582557	02/01/1968	-0.84	0
STGTS34	432239.3	4582640	01/01/1980	-0.43	0
TITN	432689.9	4582857	22/07/1958	-1.5	0
TITN	432689.9	4582857	01/08/1996	0.15	0
TITN	432689.9	4582857	01/10/1996	0.1	0
TITN	432689.9	4582857	17/12/1996	0.2	0
TITN	432689.9	4582857	24/04/1997	0.1	0
TITN	432689.9	4582857	24/10/1997	0.11	0
TITN	432689.9	4582857	26/11/1997	0.15	0
TITN	432689.9	4582857	17/12/1997	-0.36	0
TITN	432689.9	4582857	27/01/1998	-0.36	0
TITN	432689.9	4582857	24/02/1998	-0.46	0
TITN	432689.9	4582857	25/03/1998	-0.6	0
TITN	432689.9	4582857	29/04/1998	-0.52	0
TITN	432689.9	4582857	28/05/1998	-0.61	0
TITN	432689.9	4582857	15/06/1998	-0.66	0
TITN	432689.9	4582857	01/07/1998	-0.669	0
TITN	432689.9	4582857	15/09/1998	-0.7	0
TITN	432689.9	4582857	14/10/1998	-0.58	0
TITN	432689.9	4582857	23/11/1998	-0.6	0
TITN	432689.9	4582857	17/12/1998	-0.53	0
TITN	432689.9	4582857	25/01/1999	-0.53	0
TITN	432689.9	4582857	22/02/1999	-0.58	0
TITN	432689.9	4582857	22/03/1999	-0.53	0
TITN	432689.9	4582857	19/04/1999	-0.54	0
TITN	432689.9	4582857	18/05/1999	-0.75	0
TITN	432689.9	4582857	21/06/1999	-0.81	0
TITN	432689.9	4582857	20/07/1999	-0.91	0
TITN	432689.9	4582857	27/09/1999	-0.679	0
TITN	432689.9	4582857	20/10/1999	-0.579	0
TITN	432689.9	4582857	26/11/1999	-0.449	0
TITN	432689.9	4582857	15/12/1999	-0.469	0
TITN	432689.9	4582857	24/01/2000	-0.499	0
TITN	432689.9	4582857	21/02/2000	-0.489	0
TITN	432689.9	4582857	17/04/2000	-0.509	0
TITN	432689.9	4582857	29/05/2000	-0.579	0
TITN	432689.9	4582857	26/06/2000	-0.609	0
TITN	432689.9	4582857	01/01/1958	-1.5	0
TITN	432689.9	4582857	02/01/1996	0.15	0
TITN	432689.9	4582857	02/01/1996	0.15	0

TITN	432689.9	4582857	22/07/1958	-1.5	0
TITN	432689.9	4582857	01/08/1996	0.15	0
TITN	432689.9	4582857	01/10/1996	0.1	0
TITN	432689.9	4582857	17/12/1996	0.2	0
TITN	432689.9	4582857	24/04/1997	0.1	0
TITN	432689.9	4582857	24/10/1997	0.11	0
TITN	432689.9	4582857	26/11/1997	0.15	0
TITN	432689.9	4582857	17/12/1997	-0.36	0
TITN	432689.9	4582857	27/01/1998	-0.36	0
TITN	432689.9	4582857	24/02/1998	-0.46	0
TITN	432689.9	4582857	25/03/1998	-0.6	0
TITN	432689.9	4582857	29/04/1998	-0.52	0
TITN	432689.9	4582857	28/05/1998	-0.61	0
TITN	432689.9	4582857	15/06/1998	-0.66	0
TITN	432689.9	4582857	01/07/1998	-0.669	0
TITN	432689.9	4582857	15/09/1998	-0.7	0
TITN	432689.9	4582857	14/10/1998	-0.58	0
TITN	432689.9	4582857	23/11/1998	-0.6	0
TITN	432689.9	4582857	17/12/1998	-0.53	0
TITN	432689.9	4582857	25/01/1999	-0.53	0
TITN	432689.9	4582857	22/02/1999	-0.58	0
TITN	432689.9	4582857	22/03/1999	-0.53	0
TITN	432689.9	4582857	19/04/1999	-0.54	0
TITN	432689.9	4582857	18/05/1999	-0.75	0
TITN	432689.9	4582857	21/06/1999	-0.81	0
TITN	432689.9	4582857	20/07/1999	-0.91	0
TITN	432689.9	4582857	27/09/1999	-0.679	0
TITN	432689.9	4582857	20/10/1999	-0.579	0
TITN	432689.9	4582857	26/11/1999	-0.449	0
TITN	432689.9	4582857	15/12/1999	-0.469	0
TXAL	430858.7	4582777	13/12/2006	0	0
TXAL	430858.7	4582777	25/10/2006	0	0
TXAL	430858.7	4582777	30/03/1967	4.61	0
TXAL	430858.7	4582777	21/08/1996	4.19	0
TXAL	430858.7	4582777	02/10/1996	4.68	0
TXAL	430858.7	4582777	16/12/1996	5.08	0
TXAL	430858.7	4582777	24/04/1997	4.28	0
TXAL	430858.7	4582777	28/10/1997	4.52	0
TXAL	430858.7	4582777	25/11/1997	4.78	0
TXAL	430858.7	4582777	17/12/1997	4.99	0
TXAL	430858.7	4582777	27/01/1998	4.66	0
TXAL	430858.7	4582777	24/02/1998	4.78	0
TXAL	430858.7	4582777	25/03/1998	5.06	0

TXAL	430858.7	4582777	29/04/1998	5.13	0
TXAL	430858.7	4582777	28/05/1998	4.86	0
TXAL	430858.7	4582777	15/06/1998	4.88	0
TXAL	430858.7	4582777	01/07/1998	4.2	0
TXAL	430858.7	4582777	15/09/1998	4.58	0
TXAL	430858.7	4582777	14/10/1998	4.83	0
TXAL	430858.7	4582777	23/11/1998	4.88	0
TXAL	430858.7	4582777	17/12/1998	4.85	0
TXAL	430858.7	4582777	25/01/1999	4.64	0
TXAL	430858.7	4582777	22/02/1999	4.72	0
TXAL	430858.7	4582777	22/03/1999	5.09	0
TXAL	430858.7	4582777	19/04/1999	5.02	0
TXAL	430858.7	4582777	18/05/1999	4.86	0
TXAL	430858.7	4582777	21/06/1999	5.04	0
TXAL	430858.7	4582777	20/07/1999	3.98	0
TXAL	430858.7	4582777	27/09/1999	4.56	0
TXAL	430858.7	4582777	26/11/1999	5.13	0
TXAL	430858.7	4582777	15/12/1999	5.16	0
TXAL	430858.7	4582777	24/01/2000	4.94	0
TXAL	430858.7	4582777	21/02/2000	5.16	0
TXAL	430858.7	4582777	17/04/2000	5.28	0
TXAL	430858.7	4582777	29/05/2000	5.19	0
TXAL	430858.7	4582777	26/06/2000	4.01	0
TXAL	430858.7	4582777	19/07/2000	4.44	0
TXAL	430858.7	4582777	28/08/2000	3.94	0
TXAL	430858.7	4582777	26/09/2000	4.38	0
TXAL	430858.7	4582777	25/02/2002	4.79	0
TXAL	430858.7	4582777	22/04/2002	5.28	0
TXAL	430858.7	4582777	27/05/2002	5.03	0
TXAL	430858.7	4582777	25/06/2002	4.73	0
TXAL	430858.7	4582777	15/07/2002	4.41	0
TXAL	430858.7	4582777	23/09/2002	4.61	0
TXAL	430858.7	4582777	26/11/2002	5.21	0
TXAL	430858.7	4582777	25/03/2002	4.81	0
TXAL	430858.7	4582777	27/01/2003	5.29	0
TXAL	430858.7	4582777	20/02/2003	5.32	0
TXAL	430858.7	4582777	24/03/2003	5.28	0
TXAL	430858.7	4582777	28/04/2003	5.21	0
TXAL	430858.7	4582777	26/05/2003	5.14	0
TXAL	430858.7	4582777	30/06/2003	4.1	0
TXAL	430858.7	4582777	08/09/2003	4.48	0
TXAL	430858.7	4582777	27/02/2001	5.24	0
TXAL	430858.7	4582777	10/11/2003	4.9	0

TXAL	430858.7	4582777	29/07/2003	4.11	0
TXAL	430858.7	4582777	22/01/2001	4.97	0
TXAL	430858.7	4582777	12/12/2005	5.02	0
TXAL	430858.7	4582777	09/01/2004	5.06	0
TXAL	430858.7	4582777	19/07/2000	4.44	0
TXAL	430858.7	4582777	28/08/2000	3.94	0
TXAL	430858.7	4582777	26/09/2000	4.38	0
TXAL	430858.7	4582777	23/10/2000	5.1	0
TXAL	430858.7	4582777	23/04/2001	5.14	0
TXAL	430858.7	4582777	18/12/2000	5.32	0
TXAL	430858.7	4582777	28/01/2002	5.36	0
TXAL	430858.7	4582777	27/03/2001	5.25	0
TXAL	430858.7	4582777	26/06/2000	4.01	0
TXAL	430858.7	4582777	29/05/2001	3.65	0
TXAL	430858.7	4582777	25/06/2001	3.9	0
TXAL	430858.7	4582777	23/07/2001	4.07	0
TXAL	430858.7	4582777	29/10/2001	5.07	0
TXAL	430858.7	4582777	29/11/2001	3.71	0
TXAL	430858.7	4582777	27/11/2000	5.23	0
TXAL	430858.7	4582777	13/11/2006	4.79	0
TXAL	430858.7	4582777	18/10/2005	4.74	0
TXAL	430858.7	4582777	13/02/2006	4.99	0
TXAL	430858.7	4582777	03/04/2006	4.49	0
TXAL	430858.7	4582777	08/05/2006	4.96	0
TXAL	430858.7	4582777	15/06/2006	4.71	0
TXAL	430858.7	4582777	12/07/2006	4.21	0
TXAL	430858.7	4582777	16/11/2005	4.92	0
TXAL	430858.7	4582777	26/10/2006	4.69	0
TXAL	430858.7	4582777	07/09/2005	3.97	0
TXAL	430858.7	4582777	15/12/2006	5.16	0
TXAL	430858.7	4582777	16/01/2007	4.81	0
TXAL	430858.7	4582777	16/02/2007	5.09	0
TXAL	430858.7	4582777	19/03/2007	5.11	0
TXAL	430858.7	4582777	23/04/2007	7.06	0
TXAL	430858.7	4582777	19/06/2007	4.36	0
TXAL	430858.7	4582777	29/05/2000	5.19	0
TXAL	430858.7	4582777	12/09/2006	1.25	0
TXAL	430858.7	4582777	20/12/2004	4.54	0
TXAL	430858.7	4582777	22/03/2004	5.06	0
TXAL	430858.7	4582777	13/04/2004	4.96	0
TXAL	430858.7	4582777	10/05/2004	5.11	0
TXAL	430858.7	4582777	07/06/2004	4.82	0
TXAL	430858.7	4582777	19/07/2004	4.5	0

TXAL	430858.7	4582777	14/09/2004	4.18	0
TXAL	430858.7	4582777	18/01/2006	4.93	0
TXAL	430858.7	4582777	16/11/2004	4.94	0
TXAL	430858.7	4582777	09/02/2004	4.6	0
TXAL	430858.7	4582777	18/01/2005	5.17	0
TXAL	430858.7	4582777	14/02/2005	4.98	0
TXAL	430858.7	4582777	14/03/2005	5.09	0
TXAL	430858.7	4582777	11/04/2005	5.03	0
TXAL	430858.7	4582777	10/05/2005	5.08	0
TXAL	430858.7	4582777	07/06/2005	3.89	0
TXAL	430858.7	4582777	19/07/2005	3.67	0
TXAL	430858.7	4582777	01/01/1967	4.61	0
TXAL	430858.7	4582777	02/01/1996	4.19	0
TXAL	430858.7	4582777	02/01/1996	4.88	0
VTYL246	432052	4582775	01/01/1994	0	0
VTYL347	431779.5	4582043	02/01/1995	0	0
WELL	432205.7	4582644	31/01/2004	-1.63	0.707
WELL	432205.7	4582644	28/02/2004	-1.06	0.025
WELL	432205.7	4582644	31/03/2004	-1.01	0.022
WELL	432205.7	4582644	30/04/2004	-1.06	0.063
WELL	432205.7	4582644	31/05/2004	-1.05	0.05
WELL	432205.7	4582644	30/06/2004	-0.17	0.343
WELL	432205.7	4582644	31/07/2004	0.03	0.163
WELL	432205.7	4582644	31/08/2004	-0.1	1.003
WELL	432205.7	4582644	30/09/2004	0.26	1.457
WELL	432205.7	4582644	31/10/2004	0.85	0.917
WELL	432205.7	4582644	30/11/2004	1.26	0.058
WELL	432205.7	4582644	31/12/2004	-0.03	1.749
WELL	432205.7	4582644	31/01/2005	-0.11	1.673
WELL	432205.7	4582644	28/02/2005	-0.25	1.624
WELL	432205.7	4582644	31/03/2005	0.39	1.829
WELL	432205.7	4582644	30/04/2005	1.01	1.934
WELL	432205.7	4582644	31/05/2005	0.84	1.704
WELL	432205.7	4582644	30/06/2005	0.99	1.173
WELL	432205.7	4582644	31/07/2005	0.83	1.069
WELL	432205.7	4582644	31/08/2005	1.02	0.66
WELL	432205.7	4582644	30/09/2005	0.43	1.251
WELL	432205.7	4582644	31/10/2005	3.05	1.245
WELL	432205.7	4582644	30/11/2005	2.19	0.099
WELL	432205.7	4582644	31/12/2005	2.13	0.02
WELL	432205.7	4582644	31/01/2006	2.97	0.879
WELL	432205.7	4582644	28/02/2006	2.1	0.74
WELL	432205.7	4582644	31/03/2006	-3.13	0.188

WELL	432205.7	4582644	30/04/2006	-1.4	1.274
WELL	432205.7	4582644	31/05/2006	-1.97	0.318
WELL	432205.7	4582644	30/06/2006	-2.14	0.53
WELL	432205.7	4582644	31/07/2006	-2.07	0.511
WELL	432205.7	4582644	31/08/2006	-2.26	0.374
WELL	432205.7	4582644	30/09/2006	-2.28	0.506
WELL	432205.7	4582644	31/10/2006	-2.01	0.379
WELL	432205.7	4582644	30/11/2006	-1.94	0.307
WELL	432205.7	4582644	31/12/2006	-1.48	0.287
WELL	432205.7	4582644	31/01/2007	-1.27	0.322
WELL	432205.7	4582644	28/02/2007	-2.06	0.605
WELL	432205.7	4582644	31/03/2007	-2.47	0.421
WELL	432205.7	4582644	30/04/2007	-2.66	0.421
WELL	432205.7	4582644	31/05/2007	-2.58	0.4
WELL	432205.7	4582644	30/06/2007	-2.61	0.408

Mesures de nivell de Saboredó (referent apartat 6.4.2)

Nivells mesurats en metres, la referència és la cota del carrer, es a dir, no són valors respecte el nivell del mar. Aquesta taula corresponent íntegrament a les dades cedides per Saboredó.

	Jaume 1	Jaume 2	Jaume 3	Jaume 4	Jaume 5
14/09/2007	5.71	5.67	5.77	6.54	12.70
14/11/2007	5.63	5.66	5.69	6.53	12.84
10/01/2008	5.68	5.67	6.57	5.48	13.40
10/03/2008	5.86	5.67	6.56	7.07	13.34
14/05/2008	5.94	5.71	6.55	7.90	13.10
15/07/2008	5.70	5.70	6.58	5.53	13.02
19/09/2008	5.77	5.67	6.60	5.58	12.07
06/11/2008	5.79	5.70	6.60	5.60	12.20
22/12/2008	5.75	5.70	6.61	5.57	11.80
18/03/2009	5.70	5.68	6.60	5.51	12.22
26/05/2009	5.71	5.65	6.57	6.43	13.08
10/07/2009	5.84	5.67	6.07	6.95	12.47
15/09/2009	5.46	5.64	6.64	5.31	12.56
13/11/2009	5.27	5.66	6.31	5.15	11.05
23/12/2009	5.27	5.74	5.67	5.11	12.45
12/03/2010	5.09	5.69	5.31	4.89	11.85
05/05/2010	5.04	5.72	5.27	4.85	12.00
29/06/2010	5.08	5.74	7.20	4.98	13.33

	Llúria 1	Llúria 2	Llúria 3	Llúria 4	Llúria 5	Llúria 6
14/09/2007	6.95	7.20	11.05	7.45	7.40	7.20
14/11/2007	6.86	7.03	10.95	7.21	7.30	7.29
10/01/2008	6.97	6.98	10.58	7.76	7.30	7.02
10/03/2008	7.22	7.25	11.25	8.42	7.80	7.32
14/05/2008	7.30	7.32	11.30	8.54	7.90	7.41
15/07/2008	7.12	7.14	11.32	8.36	7.74	7.23
19/09/2008	7.15	7.10	11.39	8.55	7.80	7.27
06/11/2008	7.16	7.10	11.39	8.93	7.76	7.26
22/12/2008	7.15	7.10	11.51	9.05	7.71	7.26
18/03/2009	7.05	7.00	11.35	9.21	7.56	7.16
26/05/2009	7.05	7.25	11.61	3.70	7.43	7.15
10/07/2009	7.34	7.78	11.30	9.00	8.32	9.05
15/09/2009	6.92	6.94	12.80	7.60	8.35	8.04
13/11/2009	6.66	9.81	12.05	7.02	9.12	9.22
23/12/2009	6.68	7.48	13.66	6.80	7.26	7.31
12/03/2010	6.55	8.06	11.89	6.71	7.32	7.26
05/05/2010	6.52	8.28	12.65	6.69	7.30	7.21
29/06/2010	6.56	9.04	13.40	6.69	7.32	7.22

Mesures de conductivitat elèctrica de Saboredó (referent apartat 6.5.2)

Les mesures són manuals i estan en mS/cm. Els espais marcats en “-” significa que no hi ha dada en aquesta data. Aquesta taula corresponent íntegrament a les dades cedides per Saboredó.

	Jaume 1	Jaume 2	Jaume 3	Jaume 4	Jaume 5
14/09/2007	-	2.37	-	3.7	36.1
14/11/2007	-	2.42	-	3.94	38
10/01/2008	-	2.43	3.71	-	35.8
10/03/2008	1.81	2.45	3.5	5.05	35.2
14/05/2008	-	2.2	3.44	5.33	34.7
15/07/2008	-	1.79	2.98	-	30.05
19/09/2008	-	1.77	3.16	-	30.7
06/11/2008	-	1.83	3.23	-	30.1
22/12/2008	-	1.89	3.23	-	30.7
18/03/2009	-	1.84	3.19	-	29
26/05/2009	-	1.72	2.66	6.61	28.8
10/07/2009	-	1.73	1.97	5.41	28
15/09/2009	-	1.58	2.67	-	29.5
13/11/2009	-	1.53	2.84	-	28.9
23/12/2009	-	1.58	2.95	-	30
12/03/2010	-	1.76	2.7	-	33.4
05/05/2010	-	1.78	2.48	-	33.4
29/06/2010	-	1.70	2.45	-	31.9

	Llúria 1	Llúria 2	Llúria 3	Llúria 4	Llúria 5	Llúria 6
14/09/2007	-	15.83	44	12.09	11.63	12.06
14/11/2007	-	16.48	43.9	12.55	11.54	12.69
10/01/2008	-	15.52	43.7	12.19	11.12	-
10/03/2008	-	17.67	43.2	13.81	11.96	-
14/05/2008	-	21	44	14.53	14.13	-
15/07/2008	-	21.6	38.4	15.35	15.4	-
19/09/2008	-	-	39.5	14.7	17.86	-
06/11/2008	-	-	38.5	-	17.04	-
22/12/2008	-	-	40	14	17.16	-
18/03/2009	-	-	38.6	18.1	15.22	-
26/05/2009	-	17.46	38.3	-	19.63	-
10/07/2009	-	22.7	37.4	-	15.78	17.35
15/09/2009	-	-	39.7	-	15.35	17.45
13/11/2009	-	21.1	38.2	-	16.3	15.2
23/12/2009	-	18.72	39.6	-	13.56	12.95
12/03/2010	-	20.6	45	12.09	15.12	14.01
05/05/2010	-	19.22	45.5	12.55	13.47	12.19
29/06/2010	-	18.46	42.2	12.19	12.23	12.33

Valors obtinguts amb la sonda elèctrica a la campanya de camp (referent apartat 6.5.3)

En el cas de Jaume 2 no va ser possible passar la sonda, doncs el tub piezomètric estava inclinat de tal forma que no era possible introduir l'aparell.

Jaume 1

Cota mesura	Temperatura (°C)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-3.78	18.4	3.136	1.581	2.101	999.7	7.95
-4.78	18.89	3.119	1.574	2.089	999.6	7.93
-5.78	18.91	3.122	1.576	2.092	999.6	7.92
-6.58	18.89	3.135	1.583	2.099	999.6	7.9

Jaume 3

Cota mesura	Temperatura (°C)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-3.51	18.59	2.755	1.367	1.821	999.59	7.94
-4.51	18.91	2.867	1.449	1.932	999.5	7.93
-5.51	18.82	3.007	1.515	2.015	999.6	7.93
-6.41	18.8	3.019	1.522	2.026	999.6	7.91

Jaume 4

Cota mesura	Temperatura (°C)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-3.14	18.87	2.758	1.385	1.848	999.5	7.92
-4.14	18.95	2.759	1.386	1.848	999.5	7.91
-5.14	18.96	2.771	1.393	1.856	999.5	7.9
-6.14	19.21	3.066	1.557	2.04	999.5	7.9
-7.14	19.38	3.414	1.73	2.287	999.7	7.91
-7.94	19.39	3.512	1.781	2.357	999.7	7.92

Jaume 5

Cota mesura	Temperatura (°C)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-7.5	19.14	6.762	3.547	4.526	1001	7.9
-8.5	19.26	6.689	3.531	4.482	1001	7.88
-9.5	19.29	6.672	3.502	4.476	1001	7.86
-10.5	19.29	6.698	3.514	4.484	1001	7.85
-11.5	19.3	6.853	3.607	4.575	1001	7.85
-12.5	19.32	6.86	3.612	4.596	1001	7.85
-13.5	19.3	6.815	3.541	4.524	1001	7.87
-14.5	19.3	6.813	3.58	4.553	1001	7.85

-15.5	19.29	6.768	3.544	4.521	1001	7.86
-16.5	19.3	6.761	3.564	4.529	1001	7.85
-17.5	19.31	6.807	3.579	4.561	1001	7.85

Lluria 1

Cota mesura	Temperatura (°C)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-4.078	18.85	5.222	2.729	3.655	1001	7.95
-5.078	19.16	42.28	26.92	28.329	1019	7.94
-6.078	19.44	42.62	27.18	28.56	1019	7.91
-7.078	19.43	42.59	27.17	28.53	1019	7.91
-8.078	19.41	42.58	27.14	28.5	1019	7.91
-9.078	19.93	32.38	20.01	21.7	1013	7.91

Lluria 2

Cota mesura	Temperatura (°C)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-2.721	19.24	15.91	9.018	10.66	1005	7.96
-3.721	19.22	25.48	15.25	17.069	1010	7.96
-4.721	19.19	39.65	25.04	26.56	1017	7.95
-5.721	18.98	42.51	27.08	28.48	1019	7.95
-6.721	19.01	42.99	27.43	28.8	1019	7.95
-7.721	19.03	44.49	28.52	29.85	1020	7.93

Lluria 3

Cota mesura	Temperatura (°C)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-2.882	19.31	29.89	18.28	20.04	1012	7.98
-3.882	19.43	29.84	18.23	20	1012	8
-4.882	19.46	29.89	18.27	20.02	1012	7.96
-5.882	19.43	31.26	19.18	20.92	1013	7.96
-6.882	19.38	43.05	27.45	28.85	1019	7.96
-7.882	19.39	43.27	27.63	29	1019	7.96
-8.882	19.39	43.25	27.61	28.98	1019	7.97
-9.882	19.39	43.04	27.48	28.84	1019	7.96
-10.882	19.4	42.91	27.41	28.78	1019	7.98
-11.882	19.39	42.8	27.31	28.7	1019	7.95
-12.882	19.4	43.21	27.59	28.97	1019	7.95
-13.882	19.51	43.74	27.99	29.23	1019	7.96
-14.882	19.76	44.72	28.7	29.95	1020	7.95
-15.882	19.5	47.5	30.64	31.82	1022	7.95
-16.882	19.49	47.57	30.69	31.87	1022	7.95
-17.882	19.45	48.02	31	32.17	1022	7.95

-18.882	19.43	48.65	31.48	32.6	1022	7.96
-19.882	19.43	49.91	32.38	33.42	1023	7.95
-20.882	19.44	50.07	32.47	33.53	1023	7.96
-21.882	19.44	50.23	32.6	33.66	1023	7.96
-22.882	19.46	50.53	32.84	33.86	1023	7.94
-23.882	19.46	50.63	32.92	33.92	1023	7.93
-24.882	19.44	51.15	33.27	34.27	1024	7.95
-25.882	19.43	51.44	33.5	34.46	1024	7.93
-26.882	19.43	51.62	33.62	34.58	1024	7.93
-27.882	19.45	52.02	33.9	34.84	1024	7.94
-28.882	19.46	52.61	34.38	35.25	1024	7.96
-29.882	19.46	52.89	34.55	35.44	1025	7.92

Lluria 4

Cota mesura	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-2.937	18.81	12.1	6.662	8.109	1004	7.99
-3.937	18.92	12.51	6.908	8.379	1004	8
-4.937	18.92	16.21	9.208	10.869	1005	7.99
-5.937	18.89	19.78	11.49	13.259	1007	7.98
-6.937	18.86	21.9	12.87	14.68	1008	7.99
-7.937	18.83	26.88	16.21	18.01	1011	7.99

Lluria 5









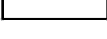
Cota mesura	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-3.636	18.85	2.449	1.226	1.63	999.49	8
-4.636	18.83	4.4608	2.261	2.958	1000	7.97
-5.636	19.08	6.404	3.316	4.249	1001	7.98
-6.636	19.01	6.702	3.346	4.538	1001	7.99
-7.636	18.98	7.974	4.06	5.343	1002	7.98
-8.436	19.15	11.06	6.039	7.408	1003	7.98

Lluria 6

Cota mesura	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Conductivitat elèctrica (mS/cm)	Salinitat (SAL)	TDS (g/l)	Densitat (g/l)	Voltatge (V)
-2.719	19.9	6.024	3.146	4.039	1001	7.93
-3.719	20.06	7.281	3.846	4.879	1001	7.94
-4.719	20.13	8.017	4.297	5.384	1001	7.94
-5.719	20.1	14.45	8.016	9.64	1004	7.94
-6.719	20.13	20.58	11.89	13.48	1007	7.95
-7.719	20.17	20.31	11.79	13.36	1007	7.92

Volums mensuals extrets pels pous de la UPF (referent apartat 6.6.2)

Seguint el mateix format de taula de la Figura 18, els valors dels cabals mensuals extrets de cada pou. El valor s'ha obtingut de la forma descrita al apartat 6.6.2. Els valors estan en m³.

(1)		Dades extrapolades				
(2)		Pou no construït				
(3)		Pou no construït extrapolat				
(4)		Dades no creïbles, extrapolades				
(5)		Dades UPF				
(6)		Dades Saboredo				
(7)		Dades en conflicte entre UPF-Saboredo				
(8)		Dades en conflicte entre UPF-cabalímetres				
(9)		Sense dades				

	J1	J2	J3	J4	J5	RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	RL6
ene-96											
feb-96											
mar-96											
abr-96											
may-96											
jun-96											
jul-96	38056.40	896.95			53676.56						
ago-96	22811.45	896.95			51689.36						
sep-96	22818.60	896.95			52569.07						
oct-96	22134.20	896.95			48276.35						
nov-96	23249.15	896.95			37192.96						
dic-96	22292.10	896.95			38754.82						
ene-97	7862.40	896.95			39506.40						
feb-97	32479.20	896.95			37875.86						
mar-97	20584.35	896.95			54966.11						
abr-97	29143.55	896.95			36674.75						
may-97	11804.30	896.95			41657.49						
jun-97	17140.20	896.95			42166.67						
jul-97	38056.40	896.95			53676.56						
ago-97	22811.45	896.95			51689.36						
sep-97	22818.60	896.95			52569.07						
oct-97	22134.20	896.95			48276.35						
nov-97	23249.15	896.95			37192.96						
dic-97	22292.10	896.95			38754.82						
ene-98	7862.40	896.95			39506.40						
feb-98	32479.20	896.95			37875.86						
mar-98	20584.35	896.95			54966.11						
abr-98	29143.55	896.95			36674.75						
may-98	11804.30	896.95			41657.49						
jun-98	17140.20	896.95			42166.67						
jul-98	38056.40	896.95			53676.56						
ago-98	22811.45	896.95			51689.36						
sep-98	22818.60	896.95			52569.07						
oct-98	22134.20	896.95			48276.35						
nov-98	23249.15	896.95			37192.96						
dic-98	22292.10	896.95			38754.82						
ene-99	7862.40	896.95			39506.40						
feb-99	32479.20	896.95			37875.86						
mar-99	20584.35	896.95			54966.11						
abr-99	29143.55	896.95			36674.75						
may-99	11804.30	896.95			41657.49						
jun-99	17140.20	896.95			42166.67						
jul-99	38056.40	896.95			53676.56						
ago-99	22811.45	896.95			51689.36						
sep-99	22818.60	896.95			52569.07						
oct-99	22134.20	896.95			48276.35						
nov-99	23249.15	896.95			37192.96						
dic-99	22292.10	896.95			38754.82						
ene-00	7862.40	896.95			39506.40						
feb-00	32479.20	896.95			37875.86						
mar-00	20584.35	896.95			54966.11						
abr-00	29143.55	896.95			36674.75						
may-00	11804.30	896.95			41657.49						
jun-00	17140.20	896.95			42166.67						
jul-00	38056.40	896.95			53676.56	1213.76	15341.02	28360.97	2490.76		
ago-00	22811.45	896.95			51689.36	1403.78	12263.33	22972.60	1703.14		
sep-00	22818.60	896.95			52569.07	2585.42	14934.87	28605.33	1796.69		
oct-00	22134.20	896.95			48276.35	3128.82	9474.79	27232.14	2238.06		
nov-00	23249.15	896.95			37192.96	2257.31	9038.91	25792.11	1904.93		
dic-00	22292.10	896.95			38754.82	2618.28	10045.77	27613.96	3224.45		

L'ESTUDI DEL COMPORTAMENT HIDROGEOLÒGIC DE L'AQUÍFER DEL BESÒS EN
LES RODALIES DEL CAMPUS CIUTADELLA DE LA UNIVERSITAT POMPEU FABRA
MITJANÇANT UN MODEL NUMÈRIC DE FLUX



	J1	J2	J3	J4	J5	RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	RL6
ene-01	7862.40	896.95			39506.40	2114.70	10302.04	28277.40	2459.06		
feb-01	32479.20	896.95			37875.86	1069.03	6398.47	17106.38	1789.09		
mar-01	20584.35	896.95			54966.11	1895.47	13199.32	34865.46	2084.24		
abr-01	29143.55	896.95			36674.75	1225.56	9895.62	24854.69	2272.57		
may-01	11804.30	896.95			41657.49	1315.69	12274.84	32051.34	1258.19		
jun-01	17140.20	896.95			42166.67	1401.70	12191.52	29223.98	1583.02		
jul-01	38056.40	896.95			53676.56	1213.76	15341.02	28360.97	2490.76		
ago-01	22811.45	896.95			51689.36	1403.78	12263.33	22972.60	1703.14		
sep-01	22818.60	896.95			52569.07	2585.42	14934.87	28605.33	1796.69		
oct-01	22134.20	896.95			48276.35	3128.82	9474.79	27232.14	2238.06		
nov-01	23249.15	896.95			37192.96	2257.31	9038.91	25792.11	1904.93		
dic-01	22292.10	896.95			38754.82	2618.28	10045.77	27613.96	3224.45		
ene-02	7862.40	896.95			39506.40	2114.70	10302.04	28277.40	2459.06		
feb-02	32479.20	896.95			37875.86	1069.03	6398.47	17106.38	1789.09		
mar-02	20584.35	896.95			54966.11	1895.47	13199.32	34865.46	2084.24		
abr-02	29143.55	896.95			36674.75	1225.56	9895.62	24854.69	2272.57		
may-02	11804.30	896.95			41657.49	1315.69	12274.84	32051.34	1258.19		
jun-02	17140.20	896.95			42166.67	1401.70	12191.52	29223.98	1583.02		
jul-02	38056.40	896.95			53676.56	1213.76	15341.02	28360.97	2490.76		
ago-02	22811.45	896.95			51689.36	1403.78	12263.33	22972.60	1703.14		
sep-02	22818.60	896.95			52569.07	2585.42	14934.87	28605.33	1796.69		
oct-02	22134.20	896.95			48276.35	3128.82	9474.79	27232.14	2238.06		
nov-02	23249.15	896.95			37192.96	2257.31	9038.91	25792.11	1904.93		
dic-02	22292.10	896.95			38754.82	2618.28	10045.77	27613.96	3224.45		
ene-03	7862.40	896.95			39506.40	2114.70	10302.04	28277.40	2459.06		
feb-03	32479.20	896.95			37875.86	1069.03	6398.47	17106.38	1789.09		
mar-03	20584.35	896.95			54966.11	1895.47	13199.32	34865.46	2084.24		
abr-03	29143.55	896.95			36674.75	1225.56	9895.62	24854.69	2272.57		
may-03	11804.30	896.95			41657.49	1315.69	12274.84	32051.34	1258.19		
jun-03	17140.20	896.95			42166.67	1401.70	12191.52	29223.98	1583.02		
jul-03	38056.40	896.95			53676.56	1213.76	15341.02	28360.97	2490.76		
ago-03	22811.45	896.95			51689.36	1403.78	12263.33	22972.60	1703.14		
sep-03	22818.60	896.95			52569.07	2585.42	14934.87	28605.33	1796.69		
oct-03	22134.20	896.95			48276.35	3128.82	9474.79	27232.14	2238.06		
nov-03	23249.15	896.95			37192.96	2257.31	9038.91	25792.11	1904.93		
dic-03	22292.10	896.95			38754.82	2618.28	10045.77	27613.96	3224.45		
ene-04	7862.40	896.95			39506.40	2114.70	10302.04	28277.40	2459.06		
feb-04	32479.20	896.95			37875.86	1069.03	6398.47	17106.38	1789.09		
mar-04	20584.35	896.95			54966.11	1895.47	13199.32	34865.46	2084.24		
abr-04	29143.55	896.95			36674.75	1225.56	9895.62	24854.69	2272.57		
may-04	11804.30	896.95			41657.49	1315.69	12274.84	32051.34	1258.19		
jun-04	17140.20	896.95			42166.67	1401.70	12191.52	29223.98	1583.02		
jul-04	38056.40	896.95			53676.56	1213.76	15341.02	28360.97	2490.76	9545.10	4982.57
ago-04	22811.45	896.95			51689.36	1403.78	12263.33	22972.60	1703.14	7797.13	4870.49
sep-04	22818.60	896.95			52569.07	2585.42	14934.87	28605.33	1796.69	9471.46	7415.53
oct-04	22134.20	896.95			48276.35	3128.82	9474.79	27232.14	2238.06	6497.16	14416.96
nov-04	23249.15	896.95			37192.96	2257.31	9038.91	25792.11	1904.93	7829.89	11490.80
dic-04	22292.10	896.95			38754.82	2618.28	10045.77	27613.96	3224.45	7209.48	10650.15
ene-05	7862.40	896.95			39506.40	2114.70	10302.04	28277.40	2459.06	6906.05	4526.97
feb-05	32479.20	896.95			37875.86	1069.03	6398.47	17106.38	1789.09	3749.94	1752.31
mar-05	20584.35	896.95			54966.11	1895.47	13199.32	34865.46	2084.24	7702.99	3966.59
abr-05	29143.55	896.95			36674.75	1225.56	9895.62	24854.69	2272.57	5875.11	2987.87
may-05	11804.30	896.95			41657.49	1315.69	12274.84	32051.34	1258.19	6606.41	3896.55
jun-05	17140.20	896.95			42166.67	1401.70	12191.52	29223.98	1583.02	7018.71	5025.23
jul-05	38056.40	896.95			53676.56	1213.76	15341.02	28360.97	2490.76	9545.10	4982.57
ago-05	22811.45	896.95			51689.36	1403.78	12263.33	22972.60	1703.14	7797.13	4870.49
sep-05	22818.60	896.95			52569.07	2585.42	14934.87	28605.33	1796.69	9471.46	7415.53
oct-05	22134.20	896.95			48276.35	3128.82	9474.79	27232.14	2238.06	6497.16	14416.96
nov-05	23249.15	896.95			37192.96	2257.31	9038.91	25792.11	1904.93	7829.89	11490.80
dic-05	22292.10	896.95			38754.82	2618.28	10045.77	27613.96	3224.45	7209.48	10650.15

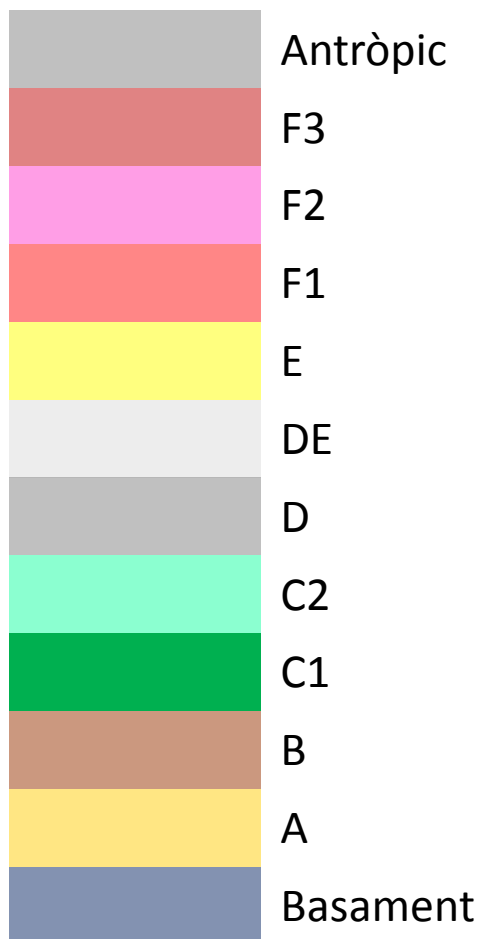
L'ESTUDI DEL COMPORTAMENT HIDROGEOLÒGIC DE L'AQUÍFER DEL BESÒS EN
LES RODALIES DEL CAMPUS CIUTADELLA DE LA UNIVERSITAT POMPEU FABRA
MITJANÇANT UN MODEL NUMÈRIC DE FLUX

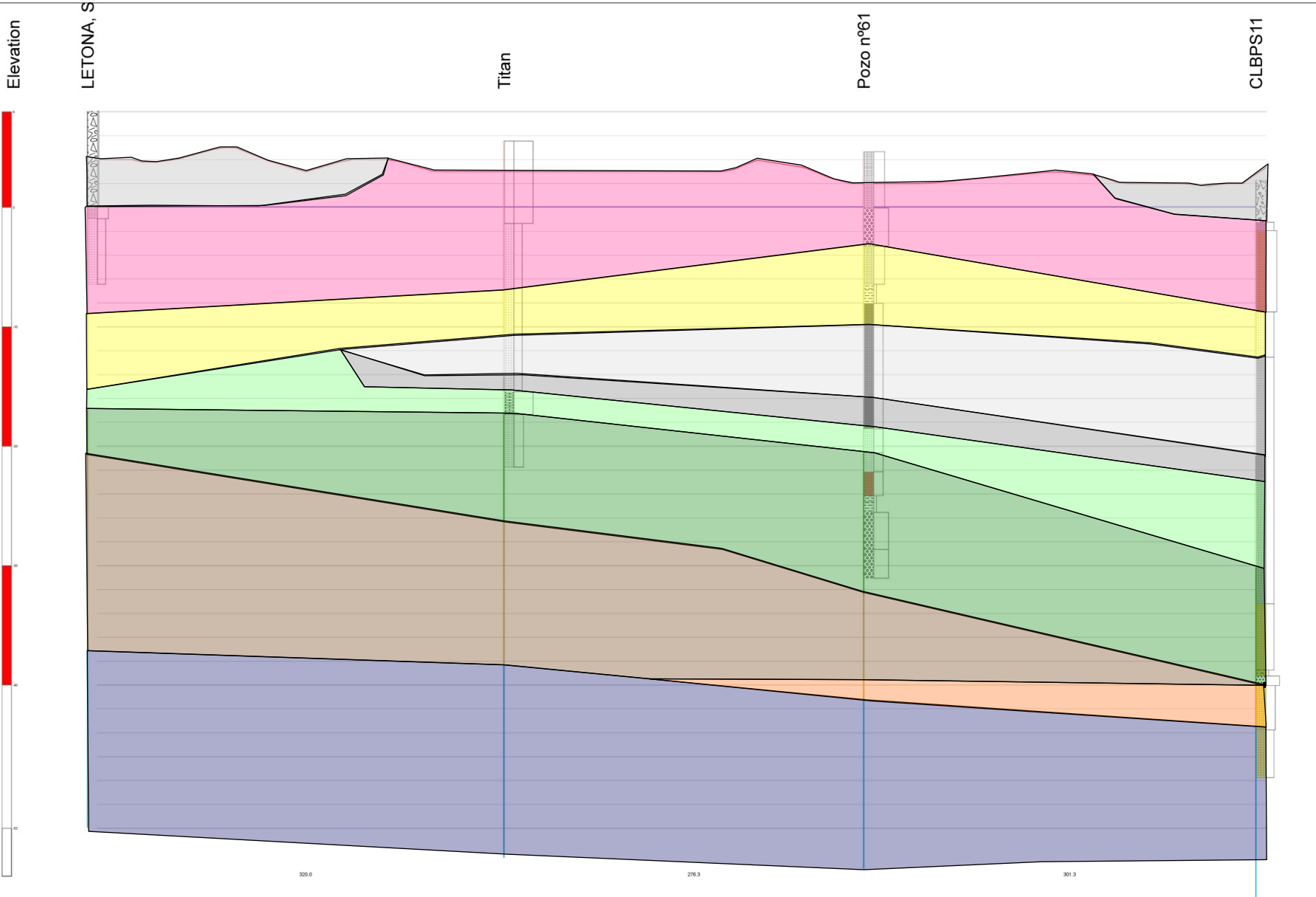


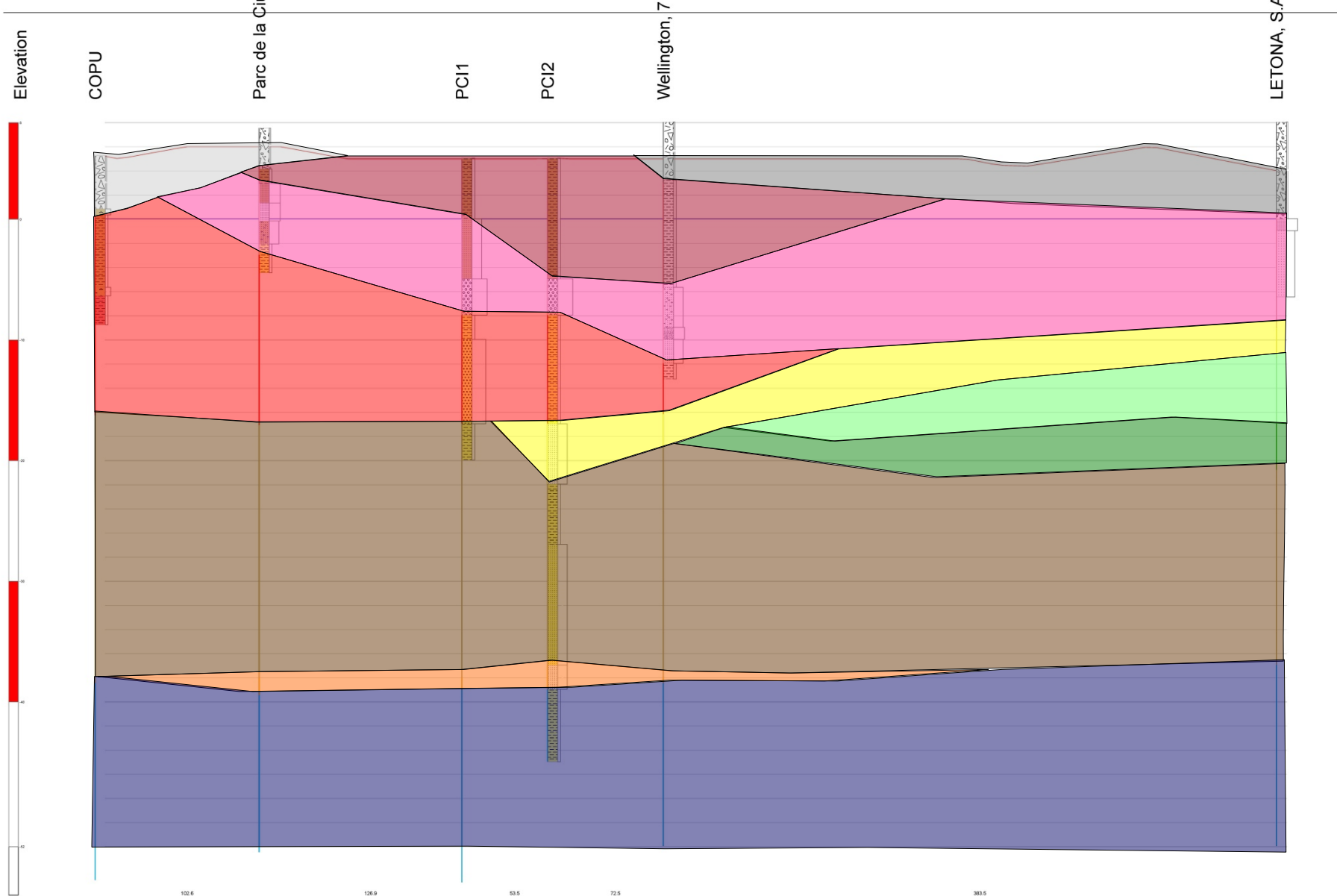
	J1	J2	J3	J4	J5	RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	RL6
ene-06	7862.40	896.95			39506.40	2114.70	6906.05	4526.97	2459.06	6906.05	4526.97
feb-06	32479.20	872.75			37875.86	1069.03	3749.94	1752.31	1789.09	3749.94	1752.31
mar-06	20584.35	802.95			54966.11	1895.47	7702.99	3966.59	2084.24	7702.99	3966.59
abr-06	29143.55	795.40		0.00	36674.75	1225.56	5875.11	2987.87	2272.57	5875.11	2987.87
may-06	11804.30	632.50		0.00	41657.49	1315.69	6606.41	3896.55	1258.19	6606.41	3896.55
jun-06	17140.20	626.80		0.00	42166.67	1401.70	7018.71	5025.23	1583.02	7018.71	5025.23
jul-06	38056.40	626.80		0.00	53676.56	1213.76	9545.10	4982.57	2490.76	9545.10	4982.57
ago-06	22811.45	325.60		0.00	51689.36	1403.78	7797.13	4870.49	1703.14	7797.13	4870.49
sep-06	22818.60	266.15		0.00	52569.07	2585.42	9471.46	7415.53	1796.69	9471.46	7415.53
oct-06	22134.20	189.05		0.00	48276.35	3128.82	6497.16	14416.96	2238.06	6497.16	14416.96
nov-06	23249.15	19.50		0.00	37192.96	2257.31	7829.89	11490.80	1904.93	7829.89	11490.80
dic-06	22292.10	16.65		0.00	38754.82	2618.28	7209.48	10650.15	3224.45	7209.48	10650.15
ene-07	0.00	128.40		0.00	39506.40	2114.70	6906.05	4526.97	2459.06	6906.05	4526.97
feb-07	0.00	16.60		0.00	37875.86	1069.03	3749.94	1752.31	1789.09	3749.94	1752.31
mar-07	0.00	5.15		0.00	54966.11	1895.47	7702.99	3966.59	2084.24	7702.99	3966.59
abr-07	0.00	0.00		0.00	36674.75	1225.56	5875.11	2987.87	2272.57	5875.11	2987.87
may-07	0.00	0.00		0.00	41657.49	1315.69	6606.41	3896.55	1258.19	6606.41	3896.55
jun-07	0.00	0.00		0.00	42166.67	1401.70	7018.71	5025.23	1583.02	7018.71	5025.23
jul-07	0.00	0.00		0.00	53676.56	1213.76	9545.10	4982.57	2490.76	9545.10	4982.57
ago-07	0.00	0.00		0.00	51689.36	1403.78	7797.13	4870.49	1703.14	7797.13	4870.49
sep-07	0.00	0.00		0.00	52569.07	2585.42	9471.46	7415.53	1796.69	9471.46	7415.53
oct-07	0.00	0.00		0.00	48276.35	3128.82	6497.16	14416.96	2238.06	6497.16	14416.96
nov-07	0.00	0.00		0.00	37192.96	2257.31	7829.89	11490.80	1904.93	7829.89	11490.80
dic-07	0.00	0.00		0.00	38754.82	2618.28	7209.48	10650.15	3224.45	7209.48	10650.15
ene-08	0.00	0.00		0.00	39506.40	2114.70	6906.05	4526.97	2459.06	6906.05	4526.97
feb-08	0.00	0.00		0.00	37875.86	1069.03	3749.94	1752.31	1789.09	3749.94	1752.31
mar-08	0.00	0.00		0.00	51689.36	1403.78	7797.13	4870.49	1703.14	7797.13	4870.49
abr-08	0.00	0.00		0.00	52569.07	2585.42	9471.46	7415.53	1796.69	9471.46	7415.53
may-08	0.00	0.00		0.00	48276.35	3128.82	6497.16	14416.96	2238.06	6497.16	14416.96
jun-08	0.00	0.00		0.00	37192.96	2257.31	7829.89	11490.80	1904.93	7829.89	11490.80
jul-08	0.00	0.00		0.00	38754.82	2618.28	7209.48	10650.15	3224.45	7209.48	10650.15
ago-08	0.00	0.00		0.00	39506.40	2114.70	6906.05	4526.97	2459.06	6906.05	4526.97
sep-08	0.00	0.00		0.00	37875.86	1069.03	3749.94	1752.31	1789.09	3749.94	1752.31
oct-08	0.00	0.00		0.00	54966.11	1895.47	7702.99	3966.59	2084.24	7702.99	3966.59
nov-08	0.00	0.00		0.00	36674.75	1225.56	5875.11	2987.87	2272.57	5875.11	2987.87
dic-08	0.00	0.00		0.00	41657.49	1315.69	6606.41	3896.55	1258.19	6606.41	3896.55
ene-09	0.00	0.00		0.00	42166.67	1401.70	7018.71	5025.23	1583.02	7018.71	5025.23
feb-09	0.00	0.00		0.00	53676.56	1213.76	9545.10	4982.57	2490.76	9545.10	4982.57
mar-09	0.00	0.00		0.00	51689.36	1403.78	7797.13	4870.49	1703.14	7797.13	4870.49
abr-09	0.00	0.00		0.00	52569.07	2585.42	9471.46	7415.53	1796.69	9471.46	7415.53
may-09	0.00	0.00		0.00	48276.35	3128.82	6497.16	14416.96	2238.06	6497.16	14416.96
jun-09	0.00	0.00		0.00	37192.96	2257.31	7829.89	11490.80	1904.93	7829.89	11490.80
jul-09	0.00	0.00		0.00	38754.82	2618.28	7209.48	10650.15	3224.45	7209.48	10650.15
ago-09	0.00	0.00		0.00	39506.40	2114.70	6906.05	4526.97	2459.06	6906.05	4526.97
sep-09	0.00	0.00		0.00	37875.86	1069.03	3749.94	1752.31	1789.09	3749.94	1752.31
oct-09	0.00	0.00		0.00	54966.11	1895.47	7702.99	3966.59	2084.24	7702.99	3966.59
nov-09	0.00	0.00		0.00	36674.75	1225.56	5875.11	2987.87	2272.57	5875.11	2987.87
dic-09	0.00	0.00		0.00	41657.49	1315.69	6606.41	3896.55	1258.19	6606.41	3896.55
ene-10	0.00	0.00		0.00	42166.67	1401.70	7018.71	5025.23	1583.02	7018.71	5025.23
feb-10	0.00	0.00		0.00	53676.56	1213.76	9545.10	4982.57	2490.76	9545.10	4982.57
mar-10	0.00	0.00		0.00	51689.36	1403.78	7797.13	4870.49	1703.14	7797.13	4870.49
abr-10	0.00	0.00		0.00	52569.07	2585.42	9471.46	7415.53	1796.69	9471.46	7415.53
may-10	0.00	0.00		0.00	48276.35	3128.82	6497.16	14416.96	2238.06	6497.16	14416.96
jun-10	0.00	0.00		0.00	37192.96	2257.31	7829.89	11490.80	1904.93	7829.89	11490.80
jul-10	0.00	0.00		0.00	38754.82	2618.28	7209.48	10650.15	3224.45	7209.48	10650.15
ago-10	0.00	0.00		0.00	39506.40	2114.70	6906.05	4526.97	2459.06	6906.05	4526.97
sep-10	0.00	0.00		0.00	37875.86	1069.03	3749.94	1752.31	1789.09	3749.94	1752.31
oct-10	0.00	0.00		0.00	54966.11	1895.47	7702.99	3966.59	2084.24	7702.99	3966.59
nov-10	0.00	0.00		0.00	36674.75	1225.56	5875.11	2987.87	2272.57	5875.11	2987.87
dic-10	0.00	0.00		0.00	41657.49	1315.69	6606.41	3896.55	1258.19	6606.41	3896.55

Talls geològics interpretats, referent al apartat 6.2

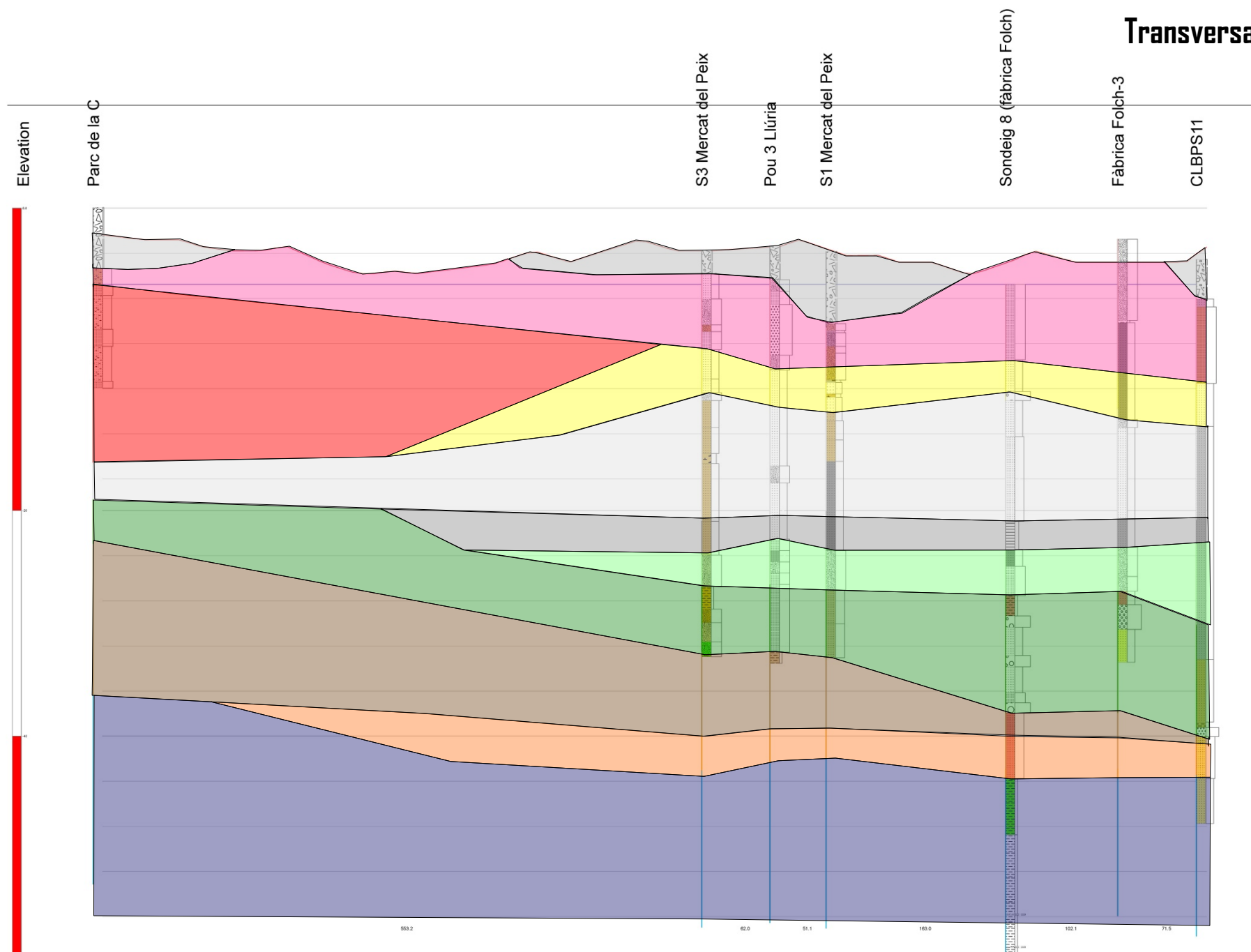
Llegenda

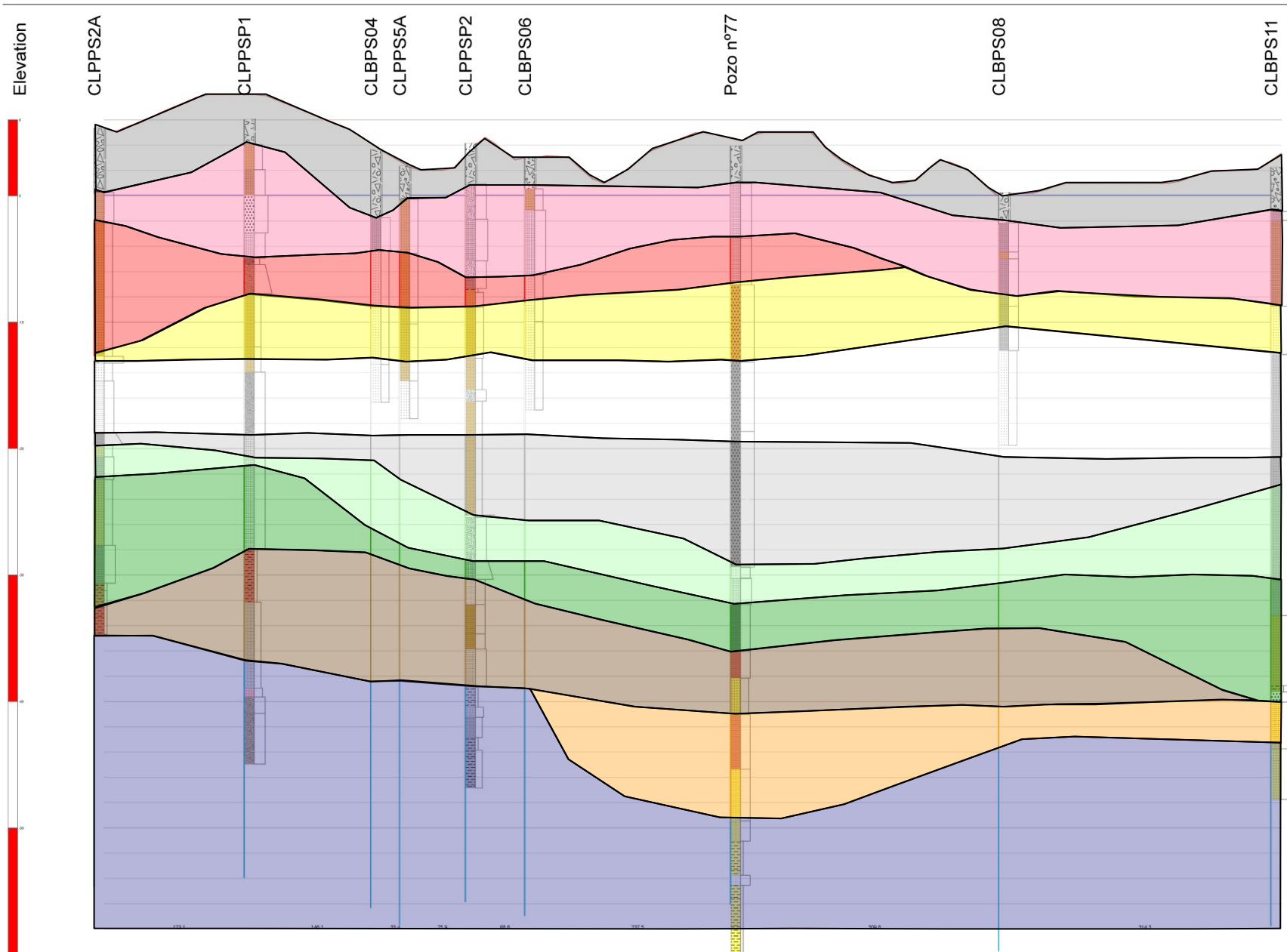






Transversal 2





Elevation

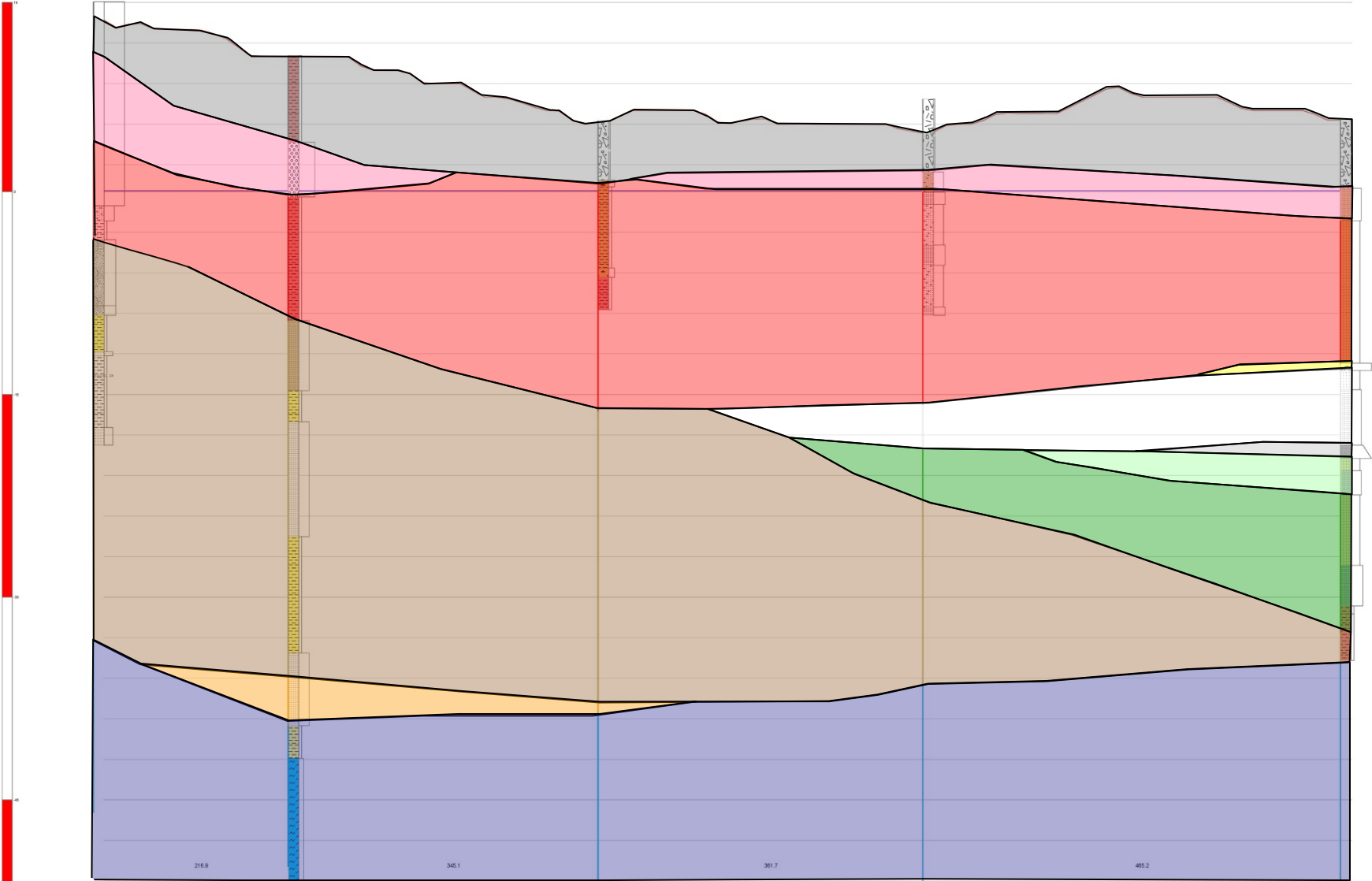
WEDDEL, S.

STGTS33

COPU

Parc de la Ciutadella S-4

CLPPS2A



Elevation

WEDDEL, S

Sondeo 15

PCI2

Wellington

Pou 5 Jaume I

Pou 3 Llúria

S3 Mercat del Peix

CLBPS08

